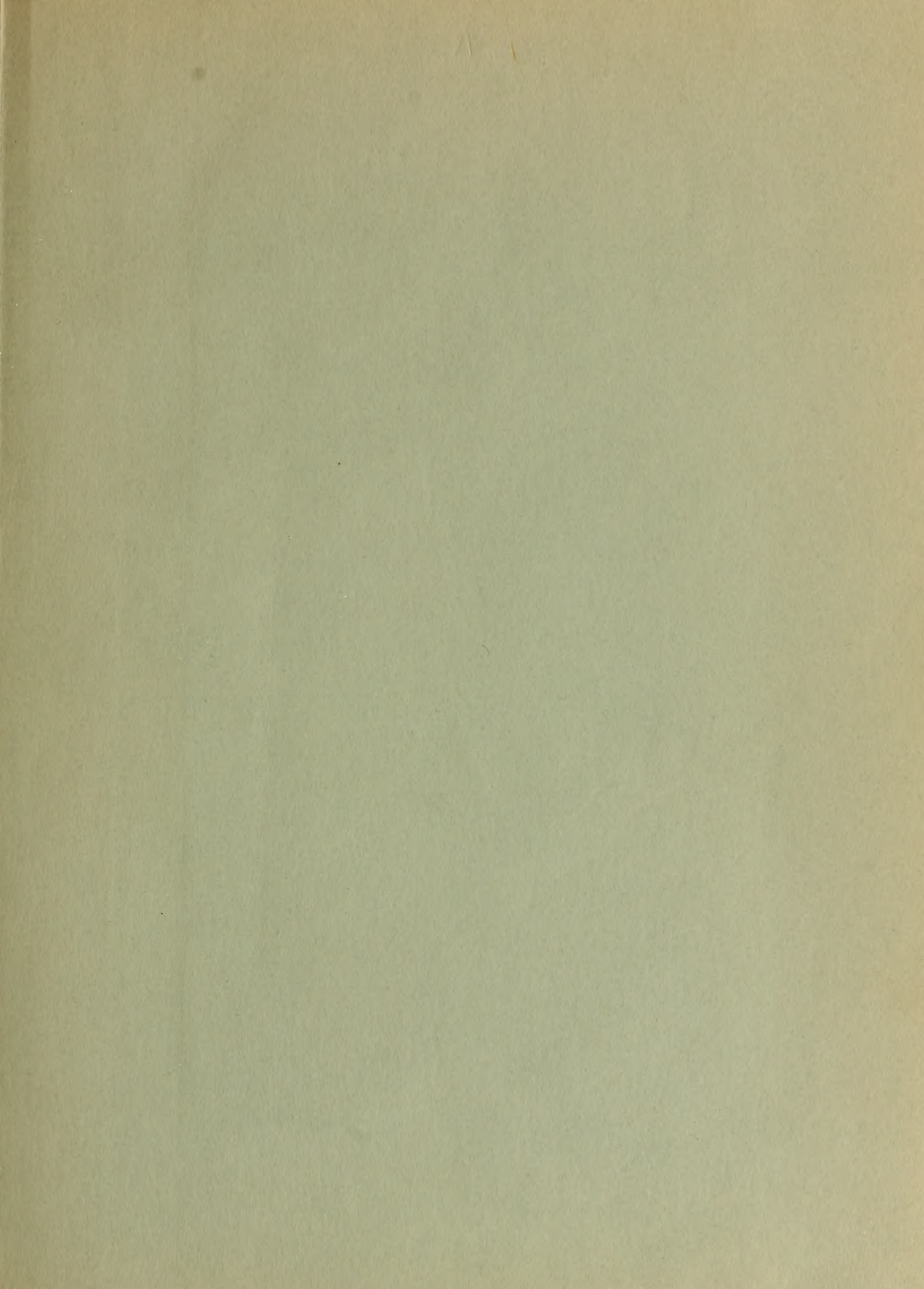
L'EXCRÉTION CHEZ QUELQUES ANNÉLIDES

MINNE

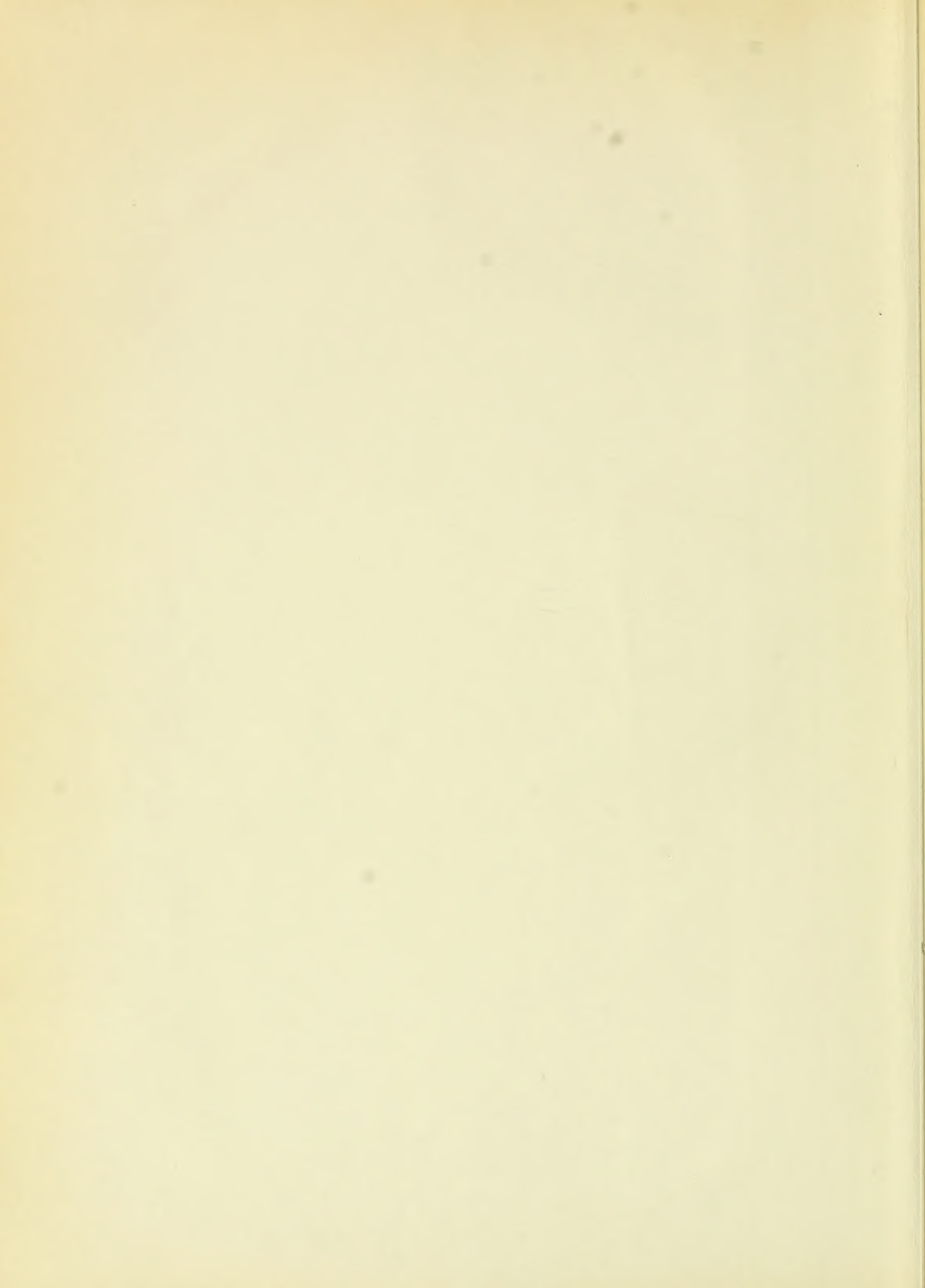
1900











RECHERCHES

SUR

L'EXCRÉTION CHEZ QUELQUES ANNÉLIDES.

(Extrait du tome LVIII des *Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*. — 1900.)

RECHERCHES

SUR

L'EXCRÉTION CHEZ QUELQUES ANNÉLIDES

PAR

Victor WILLEM

CHEF DES TRAVAUX PRATIQUES DE ZOOLOGIE

ET

Achille MINNE

PRÉPARATEUR D'ANATOMIE COMPARÉE
A L'UNIVERSITÉ DE GAND

BRUXELLES

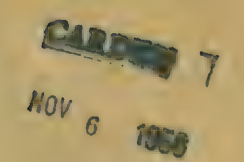
HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, DES LETTRES
ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

—

1900


SMITHSONIAN
OCT 29 1956
LIBRARY



RECHERCHES

SUR

L'EXCRÉTION CHEZ QUELQUES ANNÉLIDES

PAR

Victor WILLEM

CHEF DES TRAVAUX PRATIQUES DE ZOOLOGIE

ET

Achille MINNE

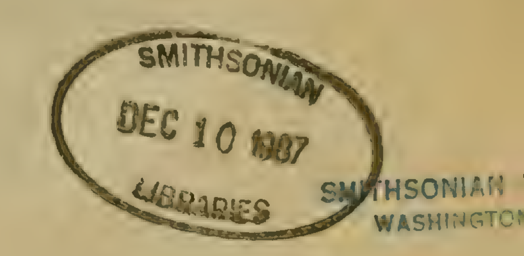
PRÉPARATEUR D'ANATOMIE COMPARÉE
A L'UNIVERSITÉ DE GAND

BRUXELLES

HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, DES LETTRES
ET DES BEAUX-ARTS DE BELGIQUE

Rue de Louvain, 112

1900





INTRODUCTION.

La première idée de ces recherches nous est venue vers la fin de l'année 1895, en lisant quelques-uns des récents travaux de A. Kowalevsky sur les organes excréteurs de divers Invertébrés; nous nous sommes alors proposés d'étudier, au moyen des méthodes mises en honneur par ce savant, les fonctions encore bien obscures des néphridies chez les Annélides.

Le sujet était vaste; aussi comptions-nous le traiter par fragments et débuter par l'examen de quelques types variés, choisis d'après l'orientation que détermineraient les résultats fournis par nos premières observations.

Commencées avec le Lombric, ces recherches se sont étendues à quelques autres formes communes : Néréis, Néphélis, Clepsine. Malgré le petit nombre d'espèces observées, notre étude est devenue autre chose qu'une suite de monographies spéciales; nous avons pu notamment mettre en lumière une évolution de la structure des néphridies qui se manifeste au sein de plusieurs phylums d'Annélides, et esquisser les caractères que présente cette spécialisation dans quelques groupes distincts : nous voulons parler de la disparition de l'orifice cœlomique et de l'individualisation de l'entonnoir initial. L'idée directrice qui a coordonné nos investigations a par conséquent été la suivante : rechercher les modifications dans les processus de l'excrétion qui accompagnent ces transformations morphologiques.

Nous avons, à l'exemple de A. Kowalevsky, employé la méthode des

injections dites physiologiques, mais accessoirement. Nous croyons, en effet, que ce procédé d'investigation ne doit fournir que des indications préliminaires sur la fonction qu'on étudie, et que les résultats qu'il donne, obtenus dans des conditions anormales pour l'organisme, sont toujours sujets à caution; ils ne doivent s'admettre définitivement que s'ils sont corroborés par des phénomènes constatés chez les animaux intacts. C'est une précaution qu'ont d'ordinaire négligée nos prédécesseurs.

RECHERCHES

SUR

L'EXCRÉTION CHEZ QUELQUES ANNÉLIDES.

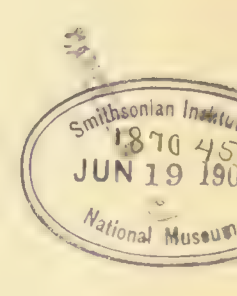
PREMIÈRE PARTIE.

OBSERVATIONS SUR LES PHÉNOMÈNES D'EXCRÉTION CHEZ LE LOMBRIC.

Nous avons choisi comme point de départ l'étude du Lombric, animal commun et relativement bien connu au point de vue anatomique. Nous avions obtenu nombre de résultats intéressants, quand parurent successivement, en juin 1896 et en août 1897, deux mémoires sur la question qui nous occupait : l'un de GUIDO SCHNEIDER [1], élève de A. KOWALEVSKY, l'autre de L. CUÉNOT [2], professeur à la Faculté des sciences de Nancy. On y trouvait consignées des observations identiques à celles que nous avions faites et dont la priorité nous échappait : aussi leur exposé sera-t-il réduit, dans les pages suivantes, au strict minimum.

[1] G. SCHNEIDER, *Ueber phagocytäre Organe und Chloragogenzellen der Oligochäten.* (ZEITSCHRIFT FÜR WISS. ZOOLOGIE, 1896, Bd LXI.)

[2] L. CUÉNOT, *Études physiologiques sur les Oligochètes.* (ARCHIVES DE BIOLOGIE, 1897, t. XV.)



D'autres résultats publiés se trouvaient en désaccord avec les nôtres ; cela nous a forcés à recommencer diverses expériences et à chercher des preuves nouvelles pour confirmer nos idées. Au total cependant, comme nous avions abordé la question avec une tendance assez spéciale, nos méthodes et nos études ne coïncidaient pas avec celles des deux observateurs cités ci-dessus.

Nous traiterons en premier lieu des produits d'excrétion que le microscope permet de reconnaître chez le ver de terre, des éléments où ils se rencontrent, de la manière dont ils peuvent quitter les cellules où ils étaient localisés ; ensuite, nous étudierons par quelles voies ces substances sont éliminées de l'organisme.

D'où une série de chapitres sur :

1° Les cellules chloragogènes;
2° Les cellules uriques;
3° Les amibocytes du système plasmatique;
4° Les globules de l'appareil hématique et les cellules jaunes intestinales;
5° Les néphridies.

Un dernier chapitre exposera les résultats d'une analyse globale d'une grande quantité de Lombrics, effectuée pour reconnaître macro-chimiquement une série de corps signalés par leurs caractères microscopiques.

CHAPITRE I.

Cellules chloragogènes.

Pour simplifier les descriptions ultérieures, nous parlerons, avant d'aborder l'étude du groupement et du rôle des cellules chloragogènes, des corpuscules caractéristiques qu'elles renferment.

I. *Grains chloragogènes.* — Ce sont des globules polyédriques de grandeur fort variable : les plus gros ont tout au plus 3 μ de diamètre ; les plus petits ont des dimensions au-dessous des limites mesurables (fig. 2). Ils doivent leur forme polyédrique à leur compression réciproque et sont de consistance

molle, car, dans l'eau ou dans la glycérine aqueuse, séparés les uns des autres, ils reprennent un contour circulaire ou presque circulaire. Fréquemment on rencontre parmi eux des grains irréguliers, qui proviennent manifestement de la soudure de plusieurs (2-7) corpuscules plus petits, maintenus les uns contre les autres par un dépôt recouvrant tout le système. La présence de semblables globules composés, ainsi que la taille si variable des corpuscules simples, démontre que ces productions, d'abord extrêmement petites, croissent par l'apposition autour d'un noyau central de couches minces successives concentriques.

La composition chimique des grains chloragogènes des Oligochètes est encore indéterminée. VEJDOVSKY [1] (p. 111) les déclare presque inattaquables par l'alcool, les acides acétique, chromique et osmique, ainsi que par la potasse caustique. W. KÜKENTHAL [2], les étudiant spécialement chez *Tubifex Bonneti* Clap., énonce qu'ils sont insolubles dans l'éther, les acides et la soude à 2 °/₀; il les considère comme des produits d'excrétion, parce qu'ils ne rentrent pas dans la catégorie des albuminoïdes ou d'autres substances nutritives (p. 333). CUÉNOT, enfin, se contente de dire que leur nature chimique est inconnue (p. 107).

Une indication nous a guidés dans la recherche de leur composition : le fait signalé par EISIG [3], que certains grains chloragogènes des Capitellides sont constitués par de la guanine, de même que les corpuscules analogues du péritoine et des néphridies d'*Ophelia radiata*, étudiés par SCHAEPPI [4].

Les grains chloragogènes ne se colorent pas à chaud par le réactif de MILLON : ils ne sont donc pas constitués par un albuminoïde ou par de la tyrosine. Ils sont insolubles dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme, l'ammoniaque concentrée, solubles dans la potasse caustique à 5 °/₀ et, à chaud, dans l'acide chlorhydrique dilué; ce sont là des caractères qui per-

[1] VEJDOVSKY, *System und Morphologie der Oligochäten.* Prague, 1884.

[2] W. KÜKENTHAL, *Ueber die lymphoïden Zellen der Anneliden.* (JENAÏSCHE ZEITSCHRIFT, 1885, Bd XVIII.)

[3] EISIG, *Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel.* Berlin, 1887, p. 731.

[4] SCHAEPPI, *Das Chloragogen von Ophelia radiata.* (JENAÏSCHE ZEITSCHRIFT, 1894, Bd XXVIII.)

mettent déjà d'identifier leur substance à la guanine. D'autre part, en traitant par l'acide chlorhydrique des tubes digestifs de Lombrics épuisés préalablement par l'alcool et l'éther, nous avons obtenu une solution brune qui, évaporée goutte par goutte sur un porte-objet, nous a fourni, dans une gangue d'albuminoïdes peptonisés par l'acide et colorés en brun, à côté de cristaux cubiques de chlorure de soude, quelques longs prismes microscopiques que nous rapportons au chlorhydrate de guanine.

Nous avons voulu employer aussi, comme vérification plus sûre du même fait, la méthode de Weyl, qui a servi pour les Capitellides et *Ophelia* [1] : méthode fondée sur la solubilité faible de la guanine dans l'eau chaude et sur sa précipitation par l'acétate de cuivre. Les tubes digestifs d'une dizaine de Lombrics furent donc bouillis dans 400 centimètres cubes d'eau pendant plusieurs heures; le liquide filtré fut additionné d'acétate de cuivre, et le précipité ainsi obtenu, récolté sur un filtre, fut traité, au sein de l'eau chaude, par un courant d'hydrogène sulfuré. Après séparation du sulfure de cuivre, le filtrat, additionné de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, fut lentement évaporé à sec et fournit, au sein d'une masse brunâtre, des cristaux aciculaires de chlorhydrate de guanine. Redissoute dans l'eau, cette substance fournit avec le chlorure de platine le précipité cristallin caractéristique de la guanine.

Sous l'influence de divers réactifs apparaissent dans les grains chloragogènes des vacuoles, centrales ou périphériques, plus ou moins grandes : ce sont tantôt de simples taches punctiformes, tantôt des cavités qui ne laissent subsister du globule qu'une paroi pelliculaire. Souvent aussi, par l'action du formol ou de l'acide osmique, la vacuolisation n'est pas centrale et les globules les plus volumineux présentent un noyau séparé d'une enveloppe par une cavité circulaire; quelquefois, en outre, le noyau lui-même loge une petite vacuole (fig. 3). Ceci vient encore à l'appui de l'explication du mode de formation des grains telle que nous l'énoncions plus haut.

Il s'agit là de phénomènes qui résultent de la soustraction à une masse

[1] Voir Eisig, mém. cité, p. 731, et Schaeppi, mém. cité, p. 286.

molle d'une substance qui l'imprégnait en quantité plus ou moins considérable. Dans le cas actuel, c'est d'eau qu'il s'agit, car cette vacuolisation s'observe après la dessiccation du corpuscule ou son traitement par une solution concentrée de sel marin ; tout autre liquide capable d'attirer de l'eau détermine le même phénomène, qu'il s'agisse de glycérine, d'alcool, d'ammoniaque ou de potasse caustique très faible ; mais dans quelques-uns de ces cas, le phénomène peut avoir une origine plus compliquée et provenir de la soustraction d'une autre matière encore, ainsi que nous allons l'exposer.

La coloration jaune d'or que présentent sous le microscope, en couche mince, les grains chloragogènes, leur est communiquée par une substance qui s'en extrait aisément par l'alcool ou l'éther; ces caractères de solubilité ainsi que la similitude de nuance font identifier cette matière avec celle qui imprègne les grains graisseux des cellules ciliées de l'intestin [1].

Sur la foi d'une observation de Kükenthal (p. 333), qui signale chez *Tubifex*, à côté des grains chloragogènes jaunes et insolubles, d'autres corpuscules incolores et solubles dans l'éther, nous nous attendions à rencontrer aussi de la graisse, sous forme de gouttelettes, dans les cellules chloragogènes du Lombric.

Malgré cette idée préconçue, nous ne sommes point parvenus à constater, parmi les grains des cellules en question, aucun globule qui présentât une réfringence spéciale, qui se colorât différemment des autres par l'action de l'acide osmique ou qui disparût dans l'éther [2].

D'autre part, les corpuscules chloragogènes eux-mêmes ne renferment pas de graisse. C'est là un fait qu'on ne peut, il est vrai, démontrer par la méthode des dissolvants : en effet, l'action d'un liquide, comme une solution très faible de potasse, qui serait capable d'enlever la graisse sans altérer la

[1] Voir, sur ce sujet, Willem et Minne, *Recherches sur la digestion et l'absorption intestinale chez le Lombric.* (Livre jubilaire dédié a Ch. Van Bambeke. Bruxelles, 1899.)

[2] Depuis l'époque où ces observations furent faites, l'un de nous a trouvé dans les cellules chloragogènes de l'Arénicole de nombreuses sphérules graisseuses. (V. Willem, *L'excrétion chez l'Arénicole.* Travaux du Laboratoire de Wimereux, vol. VII, 1899.) Préoccupés par cette constatation, nous avons repris à nouveau la recherche de la graisse dans les cellules chloragogènes du Lombric, et, cette fois encore, avec un résultat négatif.

guanine et sans extraire la matière colorante, fait apparaître, rien que par soustraction d'eau, une vacuole dans le corpuscule chloragogène. Mais la teinte simplement brunâtre que prennent les grains après leur traitement par l'acide osmique nous paraît suffisamment distincte de la coloration qu'acquiert un corps graisseux dans les mêmes conditions, pour pouvoir affirmer que la graisse n'imprègne pas les globules en question.

En résumé, les corpuscules chloragogènes sont constitués par de la guanine, imprégnée d'eau (solution saline très faible ?) et d'une substance jaune, de nature inconnue, mais vraisemblablement d'origine intestinale. Ce sont bien, comme on l'a avancé précédemment, des matériaux d'excrétion.

II. *Forme et localisation des cellules chloragogènes.* — Ces cellules sont, comme on sait, des éléments en forme de massues, plus ou moins allongés, présentant une extrémité renflée contenant des grains chloragogènes et un pédicule basal clair ; la région intermédiaire ne présente de granulations qu'en petit nombre, et encore sont-elles extrêmement petites (fig. 1).

Il n'est plus nécessaire de réfuter l'opinion, encore proposée dans le *Traité d'anatomie comparée pratique* de Vogt et Yung [1], suivant laquelle ces cellules sécréteraient les ferments digestifs agissant dans l'intestin [2]. D'autre part, divers auteurs ont montré [3] que les cellules chloragogènes sont implantées, non sur l'intestin, mais sur le système circulatoire hématique.

La paroi de l'intestin présente, outre l'épithélium interne, une membrane péritonéale, un réseau de vaisseaux sanguins appartenant à l'appareil hématique, une couche de fibres musculaires annulaires, des fibres longitudinales, et enfin les cellules chloragogènes (fig. 5). Un fait sur lequel nous attirons l'attention, c'est que celles-ci sont directement implantées sur les vaisseaux sanguins. Lesdites cellules sont groupées en gerbes, de telle façon

[1] Tome Ier, 1888, p. 461.

[2] Sur l'origine de ces ferments, voir Willem et Minne, *Recherches sur la digestion et l'absorption intestinale chez le Lombric.* (Livre jubilaire dédié a Ch. Van Bambeke. Bruxelles, 1899.)

[3] Voir, outre les travaux que cite Vejdovsky (mém. cité, p. 111), les mémoires de Timm (*Beobachtungen an Phreoryctes Menkeanus und Naïs...* Arbeiten Zool. Inst. Würzburg, 1883, Bd VI), et Kükenthal (mém. cité, p. 335).

que les extrémités en massue, périphériques, entourent un axe central clair formé par l'ensemble des pédicules, à peu près comme les corolles d'un bouquet de fleurs se disposent autour du paquet des tiges. Les extrémités basales de chaque groupe cellulaire s'insèrent sur une des nombreuses expansions coniques portées, semblables à des dentelures régulières, par la paroi de chaque vaisseau annulaire. C'est dans les creux compris entre ces séries d'élévations que se placent les faisceaux de fibres annulaires; les fibres longitudinales, elles, moins nombreuses, circulent à un niveau plus externe entre les systèmes de cellules chloragogènes (voir fig. 4 et 5). Cela revient à dire, pour exprimer cette disposition en d'autres termes, que faisceaux annulaires et faisceaux longitudinaux forment, par leur superposition à angle droit, un réseau dont chacune des mailles livre passage au pied étroit d'une gerbe de cellules chloragogènes.

En dehors de la paroi intestinale, on trouve d'autres cellules chloragogènes implantées directement sur le vaisseau dorsal et sur l'origine des troncs qui en partent.

De même chez quelques Polychètes, tels que l'Arénicole, les cellules chloragogènes enveloppent certains vaisseaux et les ramifications en cæcums du vaisseau ventral et du réseau qui circule sur la paroi du cœlome.

III. *Fonction des cellules chloragogènes.* — Cette association anatomique entre les éléments chloragogènes et certaines régions de l'appareil hématique fait supposer *a priori* une corrélation fonctionnelle entre ces deux systèmes. Seulement, comme chez les Annélides considérés, les cellules chloragogènes plongent en même temps dans le liquide plasmatique, la démonstration péremptoire n'est pas faite que les matières qu'elles renferment soient puisées, en tout ou en partie, dans le système hématique. L'étude de certains Polychètes en fournit la preuve expérimentale par la localisation des éléments qui sécrètent, chez eux, les substances chloragogènes.

a) Chez un certain nombre de Sédentaires (Cirratuliens, Chlorœmiens, Térébelliens, Ampharétiens, Spioniens, Hermelliens), on a depuis longtemps constaté l'existence, à l'intérieur du vaisseau dorsal, d'un amas cellulaire

coloré qu'on désigne souvent sous le nom de corps cardiaque. Sa présence va généralement de pair avec l'absence du revêtement chloragogène des vaisseaux, et les corpuscules qu'il renferme rappellent par leur aspect, sinon par leur composition chimique qui n'est pas connue [1], les grains chloragogènes des autres Chétopodes. Avec quelques auteurs, nous considérons ce corps cardiaque comme un organe dépurateur et, reprenant une opinion émise par CLAPARÈDE [2] et par EISIG [3], nous l'identifions avec un corps chloragogène *intra-vasculaire*.

b) Le système hématique peut manquer chez certains Polychètes; c'est une disposition secondaire qui s'observe chez les Capitellides, les Glycérides et les Polycirrides. Dans le liquide cœlomique se rencontrent alors, outre les amibocytes ordinaires, des disques nucléés colorés en rouge par de l'hémoglobine. Or, c'est à l'intérieur de ces corpuscules hémoglobiques, dont l'ensemble représente le contenu du système hématique disparu, qu'on trouve des grains chloragogènes. EISIG [4] y décrit, pour le cas des Capitellides et des Glycérides, des corps ordinairement bruns, offrant une composition chimique semblable à celle des concrétions néphridiennes, c'est-à-dire formés de guanine et d'une substance analogue à la chitine. C'est là encore une disposition qui montre nettement la relation d'origine qui existe entre les substances chloragogènes et le système hématique.

Nous admettons donc que, chez le Lombric, les cellules chloragogènes jouent vis-à-vis du liquide hématique le rôle d'organes dépurateurs [5].

D'autre part, il résulte d'injections faites par KOWALEVSKY [6], par

[1] Voir L.-J. PICTON, *On the Heart-body and cœlomic fluid of certain Polychaeta.* (QUARTERLY JOURNAL OF MICROSCOPICAL SCIENCE, 1897, vol. XLI.)

[2] CLAPARÈDE, *Recherches sur les Annélides sédentaires*, p. 95.

[3] EISIG, *Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel*, p. 690.

[4] EISIG, même mémoire, pp. 684 et 754.

[5] KÜKENTHAL affirme (pp. 334 et 338) que les cellules chloragogènes du vaisseau dorsal proviennent de certains globules plasmatiques qui s'attacheraient à la paroi des vaisseaux et absorberaient des grains jaune brun qui se trouvent à la surface de cette paroi. Cette observation, faite sur *Tubifex*, nous paraît devoir être confirmée; elle n'a d'ailleurs qu'une relation fort éloignée avec la question qui nous occupe.

[6] A. KOWALEVSKY, *Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorganen.* (BIOLOGISCHES CENTRALBLATT, 1889, Bd 9.)

G. SCHNEIDER (p. 384), par CUÉNOT (p. 107) et par nous-mêmes, que des substances dissoutes, telles que l'indigo-carmin, le saccharate de fer, la safranine, etc., injectées dans le cœlome, se fixent sur les grains chloragogènes. Il faut en conclure que les cellules chloragogènes exercent une fonction analogue vis-à-vis du système plasmatique.

CUÉNOT, en 1890, admettait que les cellules chloragogènes constituent des organes accumulateurs de substances de réserve : « Les peptones provenant de la digestion, au lieu de passer dans la cavité générale et d'y être transformées par les amybocites en albumine du plasma, sont arrêtées en route et absorbées par les chloragogènes qui les transforment sur place en albuminoïdes qu'ils accumulent sous forme de granules jaunes [1]. » Cette manière de voir, que l'auteur nous semble n'avoir pas maintenue, tombe par le seul fait que les grains chloragogènes ne renferment pas d'albuminoïde.

G. SCHNEIDER, qui admet trop facilement l'existence de grains graisseux dans les cellules en question [2], émet une hypothèse analogue, en s'appuyant aussi sur ce fait que chez des Lombrics abondamment nourris, les cellules sont plus colorées que chez des individus affamés. Cet aspect s'explique aisément sans qu'on ait besoin d'admettre l'opinion précédente : la substance colorante, d'origine intestinale, se retrouve dans les chloragogènes en quantité plus grande chez les exemplaires dont la nutrition est plus intense. Pour ce qui est de la comparaison qu'établit SCHNEIDER entre les éléments chloragogènes et les cellules hépatiques des Vertébrés [3], elle repose sur des arguments sans valeur.

[1] CUÉNOT, *Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale.* (ARCHIVES DE ZOOL. EXPÉRIM. ET GÉNÉR., 1890-1891.)

[2] « Beim Konservieren in Hermann'scher Osmiumplatinchloridlösung färben sich die Chloragogenzellen tief dunkel wegen ihres Gehaltes an kleinen Fettkörnern... » (p. 386). Cette coloration est due à la réduction de l'acide osmique par d'autres substances que la graisse, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

[3] « Den Leberzellen ähneln die Chloragogenzellen in folgenden Punkten. Sie nehmen Pigmente (KÜKENTHAL) und albuminoïde Substanzen (CUÉNOT) wahrscheinlich aus dem Blute auf und absorbiren Indigkarmin und Eisen aus injicirten Lösungen. Das Eisen wird nicht grobkörnig abgelagert, wie in Leukocyten und Lymphdrüsenzellen, sondern es durchtränkt das Protoplasma der Theile desselben gleichförmig, wie in den Leberzellen. »

En résumé, ce que nous savons des cellules chloragogènes du Lombric leur assigne exclusivement une fonction excrétrice.

IV. *Mode d'excrétion.* — Une opinion est admise par tous les observateurs qui ont étudié le chloragogène des Vers, Leydig [1], Timm [2], Vejdovsky [3], Kükenthal [4], Beddard [5], pour ne citer que ceux qui se sont occupés des Oligochètes : les cellules, après s'être chargées de produits d'excrétion, se détachent pour tomber dans le cœlome, s'y désagrègent et sont ensuite expulsées par le pavillon des néphridies ou par des voies plus compliquées (Cuénot).

Cette opinion s'appuie sur des constatations faites sur des Lombrics disséqués ou sur des Vers de petite taille transparents, examinés sous le microscope et probablement plus ou moins comprimés par la lamelle couvrante qui les maintenait. Or, les corps des cellules chloragogènes sont suffisamment fragiles pour qu'un attouchement faible puisse en détacher les extrémités renflées : ainsi, lorsqu'un Lombric excité rejette par les pores dorsaux du liquide plasmatique, on trouve dans ce liquide des fragments libres [6] de cellules chloragogènes, portions des cellules voisines de l'orifice dorsal qui ont été exprimées par la contraction du corps.

Aussi pensons-nous que les fragments de cellules chloragogènes qu'on a observés flottant dans le cœlome ont été, la plupart du temps, détachés par les manipulations. On ne peut nier cependant qu'à l'état naturel de semblables fragments ne se retrouvent dans le cœlome et ne suivent la destinée

[1] Leydig, *Ueber Phreoryctes Menkeanus*... (Archiv für mikroskopische Anatomie, 1865, Bd I, S. 249.)

[2] Timm, *Beobachtungen an Phreoryctes Menkeanus und Naïs*... (Arbeiten Zool. Inst. Würzburg, 1883, Bd 6, S. 109.)

[3] Vejdovsky, Mém. cité, p. 112.

[4] Kükenthal, Mém. cité, p. 336.

[5] Beddard, *Contribution to the anatomy of Earthworm.* (Quarterly Journal of microscopical Science, 1891, t. XXXII, p. 293.)

[6] Leur structure inaltérée et le fait qu'ils ne sont pas entourés par des amibocytes cœlomiques prouvent que leur séparation vient de se produire.

des débris flottant dans cette cavité; mais tout porte à croire que, dans ces cas aussi, la cause du phénomène réside dans un traumatisme. En effet, sur les nombreuses coupes bien préparées que nous avons étudiées, nous n'avons jamais observé aux éléments en question les extrémités bourrées de granules, pédiculisées et en voie de séparation que décrit CUÉNOT.

De plus, les grains chloragogènes, fort rares chez les jeunes Oligochètes, forment pendant le développement de l'animal des amas de plus en plus considérables; cette accumulation progressive de produits de désassimilation ne témoigne pas d'une excrétion régulière, adéquate à leur production. Cette circonstance, rapprochée du fait que le corps cardiaque des Polychètes est nécessairement, par sa situation, un « rein d'accumulation », tend à faire considérer l'ensemble des cellules à guanine du Lombric comme un système de même signification physiologique.

Nous avons cependant assisté à des phénomènes d'excrétion chez ces éléments. Quelquefois, la plupart des cellules chloragogènes d'un même individu présentent une extrémité volumineuse, dépourvue de grains de guanine; elle est constituée par une boule plus ou moins irrégulière, sur la paroi interne et dans la cavité de laquelle les réactifs fixateurs précipitent, sous forme de traînées granuleuses, une petite quantité de matières coagulables (fig. 6). Ces différentes boules sont reliées aux cellules par une base plus ou moins large, souvent par un pédoncule fort mince; au milieu des autres, on en trouve de détachées, et des formations identiques se rencontrent flottant dans toutes les anfractuosités du cœlome.

Ce sont là des phénomènes d'excrétion par « boules »; le produit excrété n'est pas représenté par des grains chloragogènes, mais par une substance liquide dont nous ignorons la nature. Nous n'avons constaté ces productions que chez deux individus; chez les autres, l'extrémité des cellules chloragogènes était formée d'une couche de protoplasme hyalin, dense, dépourvue de granules et nettement limitée du côté cœlomique. Il semble donc que cette excrétion n'est pas un phénomène constant, mais à allure périodique, peut-être déterminé par l'injection artificielle qu'avaient subie les échantillons considérés.

CHAPITRE II.

Cellules uriques.

Dans certaines cellules du recouvrement péritonéal, plus ou moins nombreuses suivant les individus, s'observent des agglomérats serrés de petits cristaux prismatiques, disposés en traînées ramifiées. Ces amas sont englobés dans des cellules de forme irrégulière, dont le contenu est constitué presque exclusivement par une grande vacuole bourrée de cristaux en question; en un point persiste une petite masse du protoplasme renfermant le noyau et formant une protubérance claviforme tournée vers la cavité cœlomique : ces masses protoplasmiques se reconnaissent entre les cellules péritonéales ordinaires à leur réticulum plus serré, à leur contenu grossièrement granuleux, à la forme de leur corps nucléaire (fig. 7). Sur les coupes, lorsque, par lavage mécanique, les réactifs ont vidé le contenu de vacuoles entamées par le rasoir, l'ensemble présente l'aspect de tronçons de canaux à paroi très mince, circulant entre les cellules péritonéales.

Ces éléments sont les « cellules à bactéroïdes » de CUÉNOT, dont cet auteur a donné un dessin peu exact figure 27, planche V de son mémoire. Ils se rencontrent en grand nombre aussi dans les téguments, entre les fibres musculaires, constituant là les « corpuscules bacilliformes » que CERFONTAINE [1] a représentés (pl. XII, fig. 46) : ils sont renfermés dans des cellules semblables à celles que nous venons de décrire dans la couche péritonéale; mais l'existence de ces corps cellulaires est fort pénible à constater.

CERFONTAINE considérait ces corpuscules comme étant probablement des bacilles (p. 426, explication de la fig. 46). CUÉNOT [2] adopte la même manière de voir; il suppose que les bacilles de la tuberculose, rencontrés par LORTET et DESPEIGNES [3] dans le corps de certains Lombrics, sont les mêmes éléments qui se colorent en fait par la méthode de GRAM; il admet

[1] CERFONTAINE, *Recherches sur le système cutané et sur le système musculaire du Lombric terrestre.* (ARCHIVES DE BIOLOGIE, 1890, t. X.)

[2] CUÉNOT, Mém. cité, p. 111.

[3] LORTET ET DESPEIGNES, *Vers de terre et tuberculose.* (COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SCIENCES, Paris, 1892, t. CXV, p. 65.)

aussi que certains des bacilles décrits par Lim Boon Keng [1] dans le liquide cœlomique de *Lumbricus terrestris*, sont des corps de même nature mis en liberté; il leur donne le nom de « bactéroïdes ».

Les corpuscules en question sont des cristaux d'acide urique. Cuénot ne représente parmi les « bactéroïdes » que le type le plus fréquent : celui d'un prisme allongé à extrémités en pointe; mais à côté de ces exemplaires, les plus grands qu'on observe et qui présentent, comme dimensions, environ 5 μ de longueur et 2 de largeur maximum, on en trouve de formes variées : les uns très minces et relativement très allongés, les autres trapus et prenant l'apparence de plaques losangiques ou hexagonales, comme nous l'avons représenté figure 8.

Cette diversité d'aspects suffit, avec la netteté des contours, pour faire reconnaître des cristaux dans les productions dont il s'agit. Nous avons tenté de le démontrer aussi par le microscope de polarisation : de semblables formes cristallines devant être biréfringentes. Mais ces corps, pas plus d'ailleurs que des cristaux de gypse de taille comparable, pris comme moyen de contrôle, ne nous ont fourni d'illumination entre les nicols croisés, à cause de leur petitesse.

L'insolubilité de ces corpuscules dans la série des réactifs employés dans la méthode des coupes, leur affinité pour les couleurs, leur ressemblance avec diverses formes cristallines figurées pour l'acide urique dans l'atlas de Funke [2] (pl. IV, fig. 2), nous ont persuadés dès l'abord qu'il s'agissait de cette substance; c'est ce que nous avons voulu vérifier par divers essais.

Des séries de coupes minces de Lombric furent collées à l'albumine sur des porte-objet et traitées par divers réactifs, pendant des temps ordinairement très longs. Les cristaux se montrèrent insolubles dans l'eau, l'alcool, le chloroforme, l'éther, l'acide chlorhydrique; solubles à froid dans une solution saturée de carbonate de lithium, à chaud dans une solution de phosphate de soude; tous caractères propres à l'acide urique et qui suffisent à l'identifier. L'action de la potasse ou de l'acide sulfurique concentré, à chaud, ne

[1] Lim Boon Keng, *On the cœlomic fluid of Lumbricus terrestris in reference to a protective mechanism*. (Phil. Trans. Roy. Soc., London, 1895, t. CLXXXVI, p. 383.)

[2] *Atlas der physiologischen Chemie*, 1853.

nous a pas fourni de document précis : ces substances altèrent les coupes et les détachent de leur support. D'autre part, nous ne sommes pas parvenus à extraire les cristaux des tissus au moyen de la glycérine à chaud : nous expliquons cet insuccès par le fait que ce liquide, doué d'une grande viscosité, ne pouvait circuler dans l'épaisseur des coupes à travers une série de membranes d'albuminoïdes coagulés.

Nous avons voulu aussi rechercher la présence de l'acide urique chez le Lombric par une réaction macrochimique. Nous dirons dans le chapitre VI comment nous avons réussi à extraire de l'acide urique des vers de terre et à le caractériser par la réaction de la murexide.

Nous ne croyons donc pas qu'il puisse rester un doute sur la nature des soi-disant bactéroïdes. Cuénot leur attribue, il est vrai, une réaction alcaline, parce qu'ils décolorent la fuchsine qu'ils fixent; l'auteur ne prend pas garde que cette réaction, due à la formation d'une leucobase, appartient non seulement aux substances alcalines, mais aussi aux corps réducteurs. Et l'acide urique en est un précisément.

Quelle est la destinée des cellules uriques? Leur contenu est-il éliminé par l'intermédiaire des globules plasmatiques, soit après avoir été déversé dans le cœlome, soit après avoir été phagocyté sur place, comme l'admet le professeur de Nancy? C'est un fait indéniable que des cristaux uriques se rencontrent de façon constante dans des globules du sang et dans les amas des entonnoirs, desquels ils passent dans les néphridies. Mais nous ne pensons pas que ce soit là un mode d'élimination ordinaire, en quelque sorte normal. Nous n'avons jamais rencontré, dans les coupes des nombreux exemplaires que nous avons examinés, de phagocyte attaquant une cellule urique, et il nous est fort difficile d'admettre un chimiotaxisme émanant d'un corps insoluble. D'autre part, si les cellules délicates de la paroi cœlomique crèvent et se vident parfois par l'action des contractions du corps et si les cristaux rencontrés par des amibocytes subissent le sort des grains de carmin ou de carbone injectés artificiellement dans le système plasmatique, nous ne voyons pas par quel moyen des cristaux pointus, logés entre les muscles des téguments, pourraient cheminer jusqu'au cœlome.

Nous pensons, pour ces raisons, que les corpuscules uriques restent, en thèse générale, dans les éléments où ils se sont formés, et que l'ensemble des cellules uriques constitue, lui aussi, une sorte de « rein d'accumulation ». Cette manière de voir est appuyée encore par la grande quantité de ces cristaux qu'on rencontre dans un Lombric, phénomène qui ne concorde guère avec une élimination régulière et continue de ces formations.

La manière de voir de Cuénot fût-elle exacte, nous ne pourrions cependant pas admettre, avec lui, une digestion de l'acide urique par les amibocytes, opinion qu'il fonde uniquement sur la présence, dans les amibocytes et les cellules jaunes de l'intestin, deux ou trois mois après une injection de carminate d'ammoniaque, de grains rouges « qui ne peuvent, selon lui, provenir que de la destruction des bactéroïdes » (p. 112). Ce phénomène est, nous le verrons au chapitre IV, susceptible d'une autre explication, simple et rationnelle.

CHAPITRE III.

Excrétion par les phagocytes du système plasmatique.

Jusqu'à présent, nous avons étudié les éléments où se forment les produits d'excrétion qu'on peut reconnaître microscopiquement chez le Lombric et la manière dont ils quittent quelquefois les cellules où ils étaient localisés. Nous nous proposons d'examiner maintenant par quelles voies ils sont éliminés de l'organisme.

Produits solides et substances dissoutes ont des destinées différentes. Pour ce qui concerne les premiers, tels que les grains chloragogènes et les cristaux d'acide urique, on peut, par les procédés de l'anatomie microscopique, suivre aisément leurs migrations.

Quant aux substances liquides, dont on ne connaît guère la nature, et qui disparaissent d'ordinaire dans la série des réactifs servant à la préparation des coupes minces, il n'est pas aisé de poursuivre leurs transformations. Aussi a-t-on recours, surtout depuis Kowalevsky, à l'introduction dans l'organisme de solutions diverses, faciles à reconnaître grâce à leur coloration propre (carminate d'ammoniaque, indigo-carmin, safranine, etc.) ou à celle de leurs dérivés (saccharate de fer). Cette méthode n'est pas à l'abri de

tout reproche, car elle peut créer dans les tissus des conditions anormales; aussi faut-il l'employer avec discrétion et savoir discuter les résultats qu'elle fournit.

Nous examinerons dans les chapitres suivants, comme organes d'élimination, les amibocytes du système cœlomique, les globules analogues du système hématique, les néphridies.

* * *

Aux produits d'excrétion solides dont nous avons parlé antérieurement : grains chloragogènes et cristaux uriques, il faut joindre, se rencontrant dans le cœlome, des corps de présence accidentelle, mais fréquente, comme de vieilles soies, des parasites (nématodes, kystes ou spores des grégarines). On peut aussi, suivant les méthodes mises en honneur par A. Kowalevsky, varier les conditions d'observation en introduisant dans la même cavité des matières pulvérulentes, telles que le carmin, l'encre de Chine ou le bleu de Prusse, en suspension dans le sérum de Kronecker.

Nous avons répété de nombreuses fois de semblables expériences; comme les résultats auxquels nous sommes arrivés concordent avec ceux que Cuénot consigne dans le chapitre « Phagocytose éliminatrice » de son mémoire (pp. 93-98), nous nous contenterons de les résumer très sommairement.

Toutes les particules qui, à un moment donné, flottent dans le cœlome du Lombric, sont capturées par les amibocytes jeunes; quelque temps après une injection, on rencontre de semblables globules entre les cellules chloragogènes, dans les couches musculaires du corps, et, comme nous le dirons plus loin, jusque dans les parois de certaines régions des néphridies.

D'autres s'associent par groupes et forment des paquets, plus ou moins volumineux et plus ou moins nombreux suivant la quantité des parcelles injectées. On en rencontre à l'origine des canaux néphridiens : nous en parlerons à propos des organes segmentaires; souvent aussi, on observe un agglomérat de phagocytes à droite et à gauche de la chaine ventrale, dans la portion déclive de la cavité de chaque segment.

Avec Cuénot, nous considérons les amas phagocytaires que Schneider

signale chez le Lombric dans le typhlosolis et dans l'espace compris entre la base de celui-ci et le vaisseau dorsal (p. 377), non comme des organes permanents, mais comme des agglomérations accidentelles de globules.

Sous l'influence des mouvements du corps, les paquets volumineux de phagocytes ainsi formés s'accumulent dans les derniers segments du corps, où l'on peut même les observer par transparence sur le ver vivant et intact ; ils quittent peut-être l'organisme par les pores dorsaux, sous l'action de contractions de la partie postérieure.

D'autres nodules de forte taille, renfermant presque toujours des kystes de *Monocystis,* s'aperçoivent sous forme de taches noires dans les vésicules séminales et sont expulsés avec le contenu de ces organes.

CHAPITRE IV.

Amibocytes du système hématique et cellules jaunes de l'intestin.

Divers auteurs [1] ont décrit dans le système hématique des Oligochètes des corpuscules amiboïdes ; ceux du Lombric ont été observés par Lankester, Vejdovsky et Cuénot ; nous en donnerons des représentations dans diverses figures.

Ce sont des cellules de très petite taille, peu nombreuses, qui flottent dans le liquide ou qui, plus souvent, se rencontrent fixées par leurs prolongements à la paroi des vaisseaux ; leur protoplasma renferme des granulations jaunes, qui se colorent en gris foncé par les réactifs osmiques et se dissolvent dans le chloroforme ou l'éther; nous les considérons comme formées de graisse (fig. 5).

Ainsi que l'a énoncé Cuénot, sans cependant insister sur le fait et sans se rendre bien compte de la portée du phénomène, ces amibocytes ont une fonction excrétrice. L'expérience suivante le démontre. Si l'on injecte dans la

[1] Aux auteurs cités par Vejdovsky (*System und Morphologie der Oligochäten*, p. 118), on peut ajouter, pour les Polychètes, Schæppi, qui représente ces éléments fig. 30, 31, 32, pl. XVIII de son mémoire : *Das Chloragogen von Ophelia radiata.*

cavité cœlomique du Lombric une dissolution de carminate d'ammoniaque [1], on constate que le système hématique extrait du liquide plasmatique de la matière colorante en notable quantité; chez un animal fixé par le sublimé, après un temps convenable (10 à 24 heures suivant la dose de substance injectée), on ne trouve plus, sur les coupes, de coloration appréciable du coagulum cœlomique : le carmin ne s'y rencontre qu'à l'état de grumeaux précipités, la plupart du temps dans des amas de phagocytes [2]. Au contraire, le liquide dans tous les vaisseaux hématiques a pris une coloration rouge violacée de carmin, fort différente de sa teinte d'hématine, témoignant de son imprégnation antérieure par du carminate d'ammoniaque; de très petits grains de carmin se rencontrent aussi par-ci par-là.

Il ne s'agit pas ici de l'imbibition *post mortem* d'un albuminoïde plongé dans une substance tinctoriale pour laquelle il aurait de l'affinité : les parois des vaisseaux seuls sont légèrement colorées, le liquide a la même teinte et dans les parties du système plongeant dans la cavité injectée et dans les fines ramifications les plus éloignées; enfin des Lombrics traités de la même manière et conservés comme témoins continuent à vivre indéfiniment.

Le système hématique a donc soutiré au liquide plasmatique, en ces circonstances, une matière qui s'y trouvait en dissolution; peut-on en conclure que, dans les conditions normales, le liquide hémoglobique emprunte des substances au liquide cœlomique? Nous nous heurtons ici à l'imperfection de la méthode des « injections physiologiques ». Cette méthode opère avec des substances qui, normalement, ne se rencontrent pas dans l'organisme, et les déductions qu'on tire des résultats qu'elle fournit, pour éclairer la nature

[1] Ce carminate s'obtient par l'action de l'ammoniaque sur du carmin en excès : après contact prolongé et filtration, on obtient un liquide rouge violacé, sans odeur d'ammoniaque, fort instable, dans lequel la moindre trace d'acide précipite du carmin. Cette décomposition se produit d'ailleurs dès que l'alcali n'est pas en excès et le précipité de carmin est tellement ténu qu'il passe à travers les filtres : il n'est donc pas possible d'obtenir un liquide clair, si l'on veut le débarrasser de toute trace d'ammoniaque; à cet état de commencement de décomposition, le liquide constitue, dans nos expériences, un excellent indicateur d'acidité.

[2] Le fait que ces phagocytes renferment le carmin sous forme précipitée, prouve que le liquide des vacuoles qui le renferment a une réaction acide.

des réactions physiologiques réelles, présentent toujours un certain degré d'incertitude. Dans le cas présent, il nous semble que, à moins de dénier toute valeur à ce procédé qui s'est montré si fécond, on peut admettre qu'il existe un échange de substances entre les deux systèmes circulatoires.

Quoi qu'il en soit, nous sommes ainsi en possession d'une méthode qui permet d'introduire, indirectement, une substance colorante dans l'appareil hématique [1]; et nous pouvons conclure, comme premier résultat, du fait que le carminate reste en solution dans le liquide hémoglobique, que celui-ci a une réaction alcaline : donnée qu'il serait fort difficile d'obtenir par un autre procédé.

Mais il y a plus : les amibocytes du sang rouge, après semblable injection, renferment, comme l'a déjà signalé Cuénot [2], des grains de carmin ; ils sont donc capables d'extraire certaines substances du liquide qui les baigne.

*
* *

Les amibocytes du système hématique peuvent, comme ceux du liquide plasmatique, s'associer en nombre variable. Nous avons rencontré, dans les capillaires de l'intestin moyen, des groupes binucléés (fig. 5), quelquefois aussi des agglomérats provenant de la fusion d'un grand nombre de globules : ce sont alors des masses volumineuses, bourrées de sphérules graisseuses de toutes dimensions (fig. 9).

Des éléments de forme et d'aspect semblables se rencontrent dans l'épaisseur de l'épithélium intestinal ; et, bien que nous n'ayons pas eu la bonne fortune de saisir un de ces phagocytes du système hématique en train de percer les parois intermédiaires, nous leur identifions néanmoins sans hésitation les éléments en question.

Ce sont des masses multinucléées, dont les noyaux, pareils à ceux des amibocytes du système hématique, diffèrent beaucoup par leur taille et leur aspect de ceux des cellules intestinales. On les observe à tous les niveaux

[1] Elle peut servir, comme une injection directe, à suivre facilement sur les coupes le trajet des fines ramifications du réseau hématique.

[2] Page 112 et figure 30.

dans l'épaisseur de l'épithélium, logés dans des cavités provenant du refoulement et de la destruction partielle des éléments de cet épithélium. Leur forme et leur taille sont fort variables : à côté des types relativement petits et globuleux s'en trouvent de plus volumineux, irrégulièrement ramifiés; leur contenu, formé principalement de sphérules jaune d'or, très apparentes à l'état frais, se montre, sur les coupes d'objets traités par le liquide de Hermann, constitué par des boules noirâtres de graisse, des vacuoles et des masses provenant de la désagrégation des cellules intestinales rongées; souvent aussi on y trouve des noyaux de cellules intestinales à divers degrés d'altération (fig. 10).

En résumé, on observe là des phénomènes identiques à ceux que De Bruyne [1] a décrits à propos de la diapédèse de globules sanguins à travers l'épithélium des branchies des Lamellibranches; identiques aussi à ceux qu'on peut observer dans l'épithélium intestinal de ces Mollusques ou d'animaux d'autres groupes.

Les éléments que nous avons décrits correspondent aux « cellules jaunes de l'intestin » des auteurs; celles-ci ne sont donc pas des cellules spéciales propres à l'épithélium intestinal, comme on l'a pensé jusqu'à présent [2], mais des phagocytes originaires du système hématique qui, chargés de produits d'excrétion, quittent l'organisme par la voie de l'intestin. Fait caractéristique, — qui se comprend aisément par l'explication précédente, — ces cellules jaunes sont réparties très irrégulièrement chez les divers individus : rares au point d'être introuvables chez certains exemplaires, elles se présentent chez d'autres extrêmement nombreuses et volumineuses. Il ne s'agit point là d'une « évolution périodique » d'éléments préexistants dans l'épithélium, comme le croit Cuénot (p. 106), mais d'une diapédèse de phagocytes excréteurs, plus énergique dans certaines conditions de nutrition.

Les considérations qui précèdent fournissent l'explication de faits consignés par Cuénot dans son mémoire et dont il donne une interprétation à

[1] C. De Bruyne, *Contribution à l'étude de la phagocytose.* (Mémoires cour. et Mém. des sav. étr. publ. par l'Acad. roy. de Belgique, 1895.)

[2] Cuénot, dans sa figure 22, planche IV, leur attribue un orifice de sortie (x); c'est là une confusion avec l'extrémité en pointe d'une cellule à ferment.

laquelle nous ne pouvons souscrire. D'après cet auteur, les granules chloragogènes tombés dans le cœlome et phagocytés par les amibocytes, subissent à l'intérieur de ceux-ci une sorte de digestion : ils abandonnent une partie soluble et deviennent beaucoup plus petits, noirâtres et irréguliers. Cette partie soluble serait, d'après CUÉNOT, éliminée par les cellules jaunes de l'intestin ; en effet, dit-il, la couleur fixée sur les granules après une injection cœlomique de vésuvine s'en sépare « plus ou moins modifiée », et l'on constate que le contenu des cellules jaunes se colore vivement en brun (p. 108).

Ce rôle attribué aux cellules jaunes de l'intestin n'est pas du tout démontré par les expériences de CUÉNOT : il faudrait constater, ce qui n'a pas été fait, que les amibocytes cœlomiques bourrés de substances étrangères rejettent dans le sérum ambiant des produits liquides de digestion ; il faudrait en outre suivre ces produits jusque dans les cellules jaunes. La présence de vésuvine dans celles-ci s'explique de manière plus simple : lors de l'injection, comme dans nos expériences avec le carminate d'ammoniaque, une certaine quantité de substance colorante a passé dans le liquide hémoglobique ; puis elle a été reprise par des globules de l'appareil hématique qui ont émigré dans l'épithélium intestinal pour y constituer des « cellules jaunes ».

Cette interprétation, conforme à des faits expérimentaux, est infiniment plus vraisemblable que l'hypothèse, toute gratuite, de CUÉNOT ; nous n'admettons donc pas qu'il y ait entre les cellules chloragogènes et les cellules jaunes la relation physiologique bizarre que propose ce naturaliste.

CHAPITRE V.

Néphridies.

Depuis le mémoire classique de GEGENBAUR [1], on divise l'appareil néphridien du Lombric en une série de segments : le pavillon cilié, le tube étroit,

[1] GEGENBAUR, *Ueber die sogenannten Respirationsorganen des Regenwurms.* (ZEITSCHRIFT F. WISS. ZOOLOGIE, 1853, Bd. 4.)

le tube moyen, le tube large ou ampulla et enfin la vessie musculaire. Cet organe a naguère été réétudié en entier par GOEHLICH [1] et surtout par W. B. BENHAM [2]. Pour éviter la répétition de notions connues, nous renvoyons, à propos de la disposition et de la structure anatomique de la néphridie, au travail consciencieux et précis de ce dernier observateur; nous reproduisons ci-dessous la figure 2 (p. 301) de son mémoire.

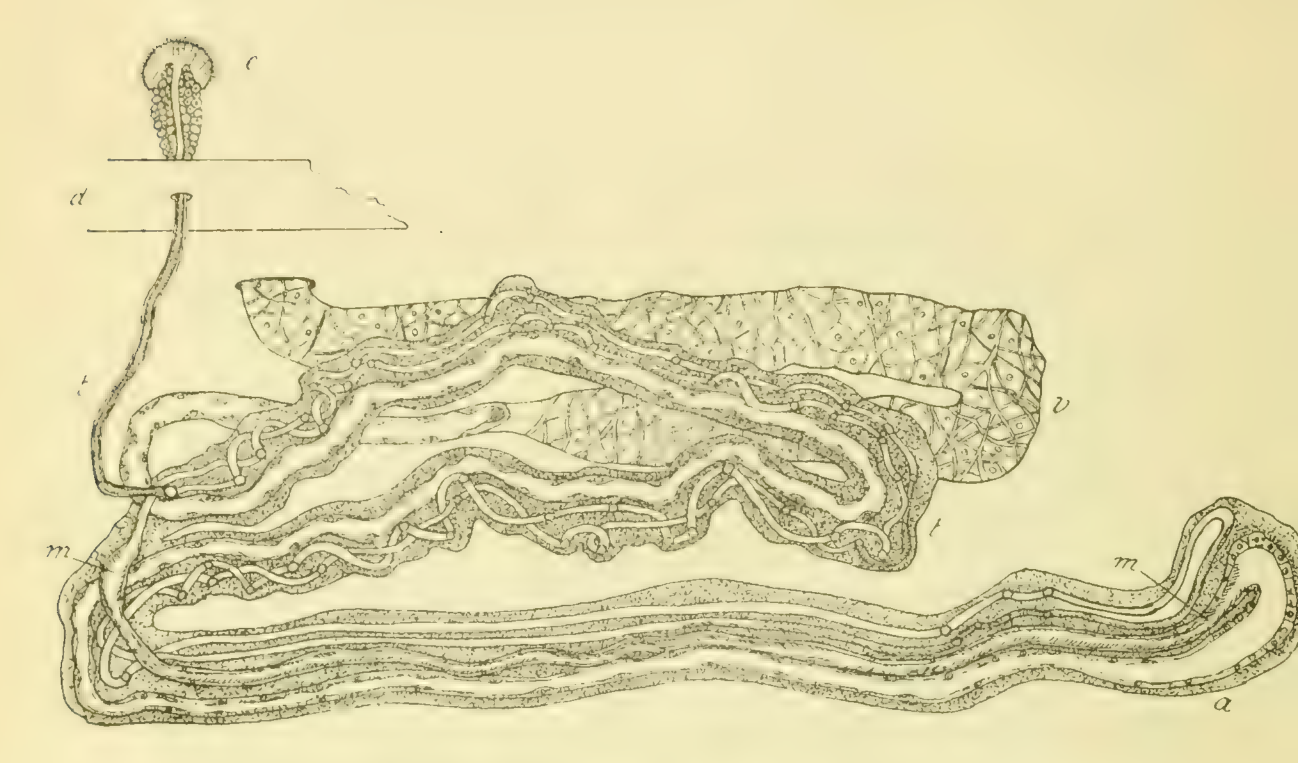


FIG. 1. — *Néphridie du Lombric* (d'après BENHAM).

e. Entonnoir.
d. Dissépiment.
t. Tube étroit.
m. Les deux extrémités du tube moyen.
a. Tube large ou ampulla.
v. Vésicule terminale.

[1] GOEHLICH, *Ueber die Genital- und Segmentalorganen von Lumbricus terrestris*. (ZOOLOGISCHE BEITRÄGE, Bd 2.) — Les données nouvelles consignées dans le chapitre de ce mémoire concernant les organes segmentaires sont souvent erronées.

[2] W. B. BENHAM, *The Nephridium of Lumbricus and its Bloodsupply...* (QUARTERLY JOURNAL OF MICROSCOPICAL SCIENCE, 1891, vol. XXXII, p. 293.)

1. *Pavillon cilié.* — Nous avons étudié pour la première fois cet organe par la méthode des coupes en séries; nous souscrivons pleinement à la description qu'en donne Benham ; aussi nous contenterons-nous de renvoyer aux planches du présent mémoire et à la légende des figures : leur examen dira plus que des pages de description superflue.

Ce qu'il importe de remarquer, au point de vue fonctionnel, c'est que l'orifice béant du canal néphridien limité par les cellules marginales, la cellule centrale de l'entonnoir et l'expansion du tube étroit [1], est représenté par une fente en fer à cheval extrêmement étroite; encore est-elle fermée par les cils vibratiles, dont l'ensemble constitue un crible très fin. Ni les globules sanguins, ni les grains chloragogènes ne peuvent passer de la cavité cœlomique dans le tube néphridien; bien plus, les particules d'encre de Chine, et même les grains de carmin plus ténus encore que renferme le carminate d'ammoniaque et qui traversent les filtres en papier, étaient dans nos expériences, contrairement à ce qu'ont observé Cuénot et G. Schneider, retenus par le crible des cils et s'amoncelaient dans le creux du pavillon.

Le liquide plasmatique seul — plus des productions spéciales dont nous parlerons bientôt — peut donc s'engager dans le tube néphridien; il y est mis en mouvement par le jeu des cils de certaines régions du tube étroit et par ceux du tube moyen. Comme l'a fait remarquer Cuénot (p. 105), l'influence de ces cils peut être, à un moment déterminé, diminuée et annulée par la réplétion de la vessie, qui crée en aval une pression croissante. Si, d'autre part, fait qui n'a pas attiré l'attention, on considère la résistance considérable que présente à l'écoulement d'un liquide un tube capillaire aussi long que la néphridie du Lombric, on conçoit aisément que la quantité du plasma sanguin qui sort de la cavité cœlomique est fort restreinte. Encore verrons-nous que les substances utilisables de ce plasma sont probablement résorbées dans certaines régions du conduit néphridien.

Le rôle de ce liquide est, comme on se le représente aisément, le même que celui du filtrat qui traverse les glomérules du rein des Mammifères : laver

[1] Benham, mém. cité, pl. XXIII, fig. 4.

le canal néphridien en entraînant les produits qu'y déversent les cellules de ses parois.

*
* *

En face de l'entonnoir circonscrit par les cellules marginales est implanté un amas phagocytaire plus ou moins développé suivant les circonstances (fig. 11). C'est une production constante qui a cependant été méconnue par la plupart des observateurs : Benham le premier la décrit en lui attribuant sa vraie signification morphologique (p. 298) et la désigne sous le nom de « débris »; Cuénot lui consacre quelques lignes à la page 106 de son mémoire. Gegenbaur, d'Udekem [1], Goehlich et Howes [2], par contre, ont considéré les cellules de cet amas comme appartenant à l'entonnoir et en ont fait à tort des « cellules centrales ».

Cette masse n'est pas « fixée sans doute à quelques cils », comme le dit Cuénot, mais elle se soude au bord libre de l'extrémité du tube étroit (fig. 5, 11, 13, 14). Elle ne tombe pas non plus nécessairement dans le cœlome, pour y rejoindre les nodules des derniers segments, comme le prétend le même auteur. Elle peut, il est vrai, se détacher quand, après une injection abondante de particules solides, elle acquiert un poids incompatible avec sa surface d'insertion; mais c'est là un cas très exceptionnel, car nous avons rencontré des amas ovoïdes d'un millimètre de long suspendus au pavillon, et que les manipulations ne séparaient point de l'entonnoir.

L'amas en question est constitué par des phacocytes fusionnés au point que leurs limites sont rarement reconnaissables; ils renferment, à l'état normal, des cristaux uriques, des grains pigmentés provenant de cellules chloragogènes et, après une injection de substances étrangères, toutes les particules que les globules libres du cœlome sont susceptibles de capturer.

Ces phagocytes présentent des aspects de dégénérescence, manifestes surtout pour le corps protoplasmique; celui-ci se vacuolise et gonfle, comme on le constate principalement sur les éléments de la périphérie voisins de

[1] d'Udekem, *Mémoire sur les Lombriciens.* (Mém. de l'Acad. roy. de Belgique, 1863, t. XXXV.)

[2] Howes, *Atlas of practical elementary biology*, London, 1885 (fig. 12, pl. XI).

l'orifice du pavillon (fig. 13, 14). Dans l'intérieur de la masse, on aperçoit aussi des espaces irréguliers plus ou moins développés, renfermant d'ordinaire des cristaux uriques et résultant de la diffluence de la substance de cellules.

Certaines de nos préparations montrent l'expulsion du contenu de ces grandes vacuoles. A la surface de l'amas cellulaire, communiquant encore avec un espace interne, se remarquent de volumineuses sphérules à membrane très mince, proéminant vers l'orifice néphridien; plus loin, dans l'intérieur du canal, de semblables boules détachées s'observent refoulant le revêtement cilié (fig. 14). Ces vésicules, extraordinairement volumineuses, se retrouvent dans les mêmes préparations à différents niveaux du tube étroit; elles finissent par crever sous la pression exercée par les cils.

L'amas phagocytaire se réduit donc par sa face tournée vers le pavillon et se régénère par l'accolement de nouveaux phagocytes sur les portions opposées. Sa substance fournit des vésicules liquides et plastiques à la faveur desquelles des produits solides, tels que les cristaux uriques, peuvent franchir le crible formé par le revêtement ciliaire du pavillon.

*
* *

II. *Tube étroit.* — Certaines régions de ce canal présentent, comme on sait, des cils rangés (fig. 15) suivant deux lignes spirales diamétralement opposées. On observe facilement à l'état frais que le battement des cils d'une même rangée est coordonné de telle façon que leur mouvement général ressemble à celui d'une membrane ondulante; de plus, les deux systèmes vont de pair, c'est-à-dire qu'en chaque point du tube les extrémités des cils en regard restent en contact, et que les deux surfaces opèrent comme une seule membrane propulsante.

On serait tenté d'admettre que les cellules du tube étroit, si développé, fonctionnent comme organes dépurateurs; mais, jusqu'à présent, aucune substance injectée dans le cœlome n'a révélé ce rôle; on ne constate non plus dans l'intérieur du canal aucune production figurée qu'on puisse considérer comme un produit d'excrétion locale: nous n'y avons rencontré que des

cristaux uriques provenant de l'amas phagocytaire du pavillon. Il semble que le développement en longueur de ce canal capillaire n'ait d'autre rôle que d'augmenter la résistance à l'écoulement du liquide et de diminuer ainsi la quantité du plasma sanguin qui abandonne le système circulatoire.

*
* *

III. *Tube moyen et ampoule.* — Le revêtement cilié du tube moyen est disposé et fonctionne comme celui du tube étroit. Quant à l'ampulla, elle se caractérise surtout par l'aspect de la zone cellulaire qui délimite le canal. Benham décrit le protoplasme des cellules de cette région de la néphridie comme présentant une portion périphérique renfermant le noyau, et une portion centrale formée de nombreux granules fins, disposés de manière rayonnante et donnant l'impression d'une striation (p. 306 et fig. 13, 15). Cette dernière zone représente en réalité un « Härchensaum », disposition si fréquente chez les cellules absorbantes (fig. 17).

Tube cilié et ampoule se reconnaissent aisément grâce à leur coloration brune : celle-ci est due à la présence dans le protoplasme de granulations que leurs caractères chimiques (résistance à l'action de l'alcool, de l'éther, du chloroforme, de l'ammoniaque, solubilité dans la potasse et l'acide chlorhydrique) font rapporter à la guanine [1].

Cuénot décrit (pp. 96 et 108) le procédé par lequel ces corpuscules, qui proviendraient des cellules chloragogènes, seraient, d'après lui, véhiculés par des amibocytes cœlomiques et transmis par eux aux cellules néphridiennes : on verrait dans certaines circonstances des phagocytes intimement accolés à la paroi externe du tube moyen céder peu à peu, granule par granule, leur contenu à la cellule néphridienne et s'incorporer à celle-ci. L'auteur représente (fig. 21, pl. IV) au grossissement de 850 diamètres, ce phénomène observé sur le frais.

[1] Souvent aussi, les cellules du tube moyen présentent autour de la lumière centrale une zone de grains très petits qui se colorent en noir par l'acide osmique et qui se dissolvent dans le xylol; ils sont vraisemblablement constitués par de la graisse.

Nous croyons à la possibilité de la migration de phagocytes cœlomiques à travers la paroi du tube moyen, comme à travers celle de la vessie où nous l'avons constatée; mais ce phénomène ne doit pas avoir la fréquence que lui attribue Cuénot : quoique nous ayons étudié des douzaines de Lombrics, et beaucoup d'entre eux dans les conditions les plus favorables indiquées par ce naturaliste, nous n'avons jamais constaté sur nos coupes la présence de phagocytes ou de débris cellulaires dans l'intérieur des cellules du tube moyen. Nous nous demandons par conséquent si Cuénot, étant donné le grossissement employé pour observer des éléments à contours peu marqués à l'état frais, n'a pas été trompé par le simple accolement de deux cellules renfermant l'une et l'autre des granulations de même aspect.

Notre expérience ne nous permet pas d'admettre que les corpuscules de guanine que contiennent les cellules du tube moyen et du tube large y arrivent par la voie de phagocytes cœlomiques; pour nous, la guanine ou les substances qui lui donnent naissance, doivent être puisées dans le liquide cœlomique sous forme soluble.

a) Quelques heures après une injection cœlomique de carminate d'ammoniaque, les cellules du segment moyen présentent des vacuoles de couleur rosée, dont le volume va en croissant du côté périphérique vers la lumière du tube : ce caractère témoigne d'une origine cœlomique et non centrale du liquide vacuolaire. Quand l'injection a été assez abondante, ces cellules, après douze ou seize heures, sont tellement bourrées de vacuoles que leur protoplasme spumeux est gonflé au point d'obstruer le canal et d'arrêter par compression [1] le mouvement des cils (fig. 16).

b) A l'état frais, dans des conditions ordinaires, on observe aussi à l'intérieur du tube moyen des sphérules dont quelques-unes adhèrent encore à la limite cellulaire par un pédoncule et oscillent sous l'influence de l'ondulation ciliaire; d'autres, détachées, flottent dans la lumière du canal.

c) G. Schneider et Cuénot (p. 98) ont observé que, après des injections cœlomiques d'encre de Chine, des particules ayant pénétré dans le tube

[1] Les cellules du tube néphridien sont, au moment de cette observation, bien vivantes et le battement des cils du tube étroit est normal.

néphridien étaient rapidement phagocytées par les cellules du tube moyen. Dans les expériences du même genre que nous avons faites, nous n'avons pas obtenu, comme nous l'avons dit plus haut, de passage de particules à travers le crible du pavillon et n'avons pas eu de la sorte l'occasion de constater ce phénomène, mais nous allons décrire une absorption analogue par les cellules de l'ampoule.

d) Peu de temps (2 à 3 heures) après une injection cœlomique de carminate d'ammoniaque, le canal se trouve rempli d'un liquide rouge qui a pénétré dans la néphridie par le pavillon, sous l'impulsion du mouvement ciliaire; dans la zone de contact avec la bordure striée des cellules de l'ampoule, la solution de carminate donne un précipité granuleux très fin de carmin, comme en présence des corps acides Et l'on voit sur une préparation d'organe vivant la limite cellulaire s'enfoncer en de nombreux points, pour donner naissance à des invaginations qui progressent dans l'intérieur du protoplasme, se pédiculisent et finalement se séparent du canal sous forme de vacuoles contenant un liquide presque incolore, où baignent des grumeaux de carmin (fig. 18). A côté de ces vacuoles volumineuses s'en rencontrent d'autres plus petites, préexistantes, ce qui donne à cette région du protoplasme immédiatement contiguë à la bordure ciliée, un aspect spumeux différent de celui que présente la région basale, finement granuleuse, à réticulum souvent disposé en striation radiaire.

e) Fréquemment aussi, sur des coupes de Lombrics normaux, nous avons constaté la formation, aux dépens de ces cellules de l'ampoule, de boules de sécrétion qui s'en détachent (fig. 17).

Tube moyen et ampoule présentent donc des phénomènes analogues d'excrétion et d'absorption. Les premiers fournissent la preuve que ces segments de la néphridie extraient du système sanguin plasmatique [1] des substances de rebut, qu'elles déversent dans le canal néphridien.

Quant aux phénomènes d'absorption de substances étrangères artificiellement introduites dans le même canal, leur interprétation demande à être

[1] Et non du système hématique, car chez d'autres Oligochètes que le Lombric, il n'y a pas de réseau hématique autour des néphridies.

discutée. « Le but, dit CUÉNOT (p. 99), en est encore obscur. Est-ce un moyen de défense dirigé contre les bactéries cœlomiques qui peuvent être entraînées dans les néphridies par le courant d'eau? Les parasites qui auraient échappé aux phagocytes du cœlome pourraient se multiplier tranquillement dans les néphridies et y constituer des foyers d'infection impossibles à atteindre. Le pouvoir phagocytaire de certaines cellules néphridiennes pare ce danger possible. » Nous n'avons jamais, sur nos coupes, rencontré de bactérie dans le canal néphridien, et nous ne croyons pas que telle soit la signification des phénomènes observés.

Les cristaux uriques qu'on observe dans le canal ne sont pas phagocytés; d'autre part, les particules de carmin en suspension dans les liquides de nos expériences étaient tellement impalpables, que leur présence était négligeable au point de vue physique et qu'on pouvait considérer le contenu du tube comme purement liquide. L'absorption mise ainsi artificiellement en évidence est donc élective et s'adresse aux matières liquides; nous ne voyons qu'une façon rationnelle de la comprendre à l'état normal : elle a pour but de reprendre au contenu du canal néphridien les substances assimilables du sérum plasmatique, qui, autrement, seraient déversées au dehors et perdues pour l'organisme.

*
* *

IV. *Vessie terminale.* — D'après CUÉNOT, « les cellules plates de la vessie paraissent avoir la même propriété absorbante que le tube moyen » (p. 98 et fig. 23). Cette opinion est fondée sur la présence dans les dites cellules de particules d'encre de Chine, chez des individus auparavant injectés.

On peut rencontrer dans la paroi de l'organe des corps étrangers d'une autre provenance : des phagocytes en diapédèse, contenant des corps puisés dans le liquide plasmatique; dans le cas représenté par la figure 19, les parcelles de bleu de Prusse ne pouvaient avoir qu'une origine cœlomique, car le tube néphridien ne renfermait aucune trace de ce corps injecté en grains relativement grossiers.

CHAPITRE VI.

Analyse globale de Lombrics.

Nous nous proposons d'exposer dans ce chapitre les résultats obtenus dans une analyse globale d'une grande masse de Lombrics. Dès l'abord, nous cherchions à reconnaître d'une façon précise l'existence chez ces animaux de substances graisseuses, dont nous ne trouvions pas trace dans les cellules chloragogènes; nous voulions aussi vérifier macrochimiquement la présence de l'acide urique, déjà démontrée par des caractères microscopiques. Chemin faisant, notre attention a été attirée par divers phénomènes, et pour utiliser les matériaux réunis, nous avons été amenés à élargir le cercle de nos investigations et à rechercher d'autres corps, tels que la cholestérine, le glycogène, etc.

La seule analyse de ce genre que nous connaissions est celle que L. Fredericq a faite sur 200 grammes de Lombrics, pour y trouver les ferments digestifs; accessoirement, en recherchant les acides et les pigments biliaires, il a constaté dans l'extrait alcoolique la présence de cholestérine et d'un peu de graisse [1].

*
* *

1100 grammes de vers de terre, récoltés dans le terreau du Jardin botanique de Gand, furent broyés dans un mortier et additionnés de formol pour éviter leur putréfaction [2]. La bouillie fraîche présentait une odeur de triméthylamine, ce qui nous a conduits à rechercher ultérieurement cette substance.

[1] L. Fredericq, *Sur la digestion des albuminoïdes chez quelques Invertébrés.* (Bulletin de l'Acad. roy. des sciences de Belgique, 1878, 2e sér., t. XLVI, p. 217.)

[2] Cette addition de formol n'est pas recommandable; la formaldéhyde, ou plutôt la paraldéhyde qui en résulte, ne se sépare que fort difficilement des matières qu'elle a imprégnées et peut occasionner une certaine gêne dans les opérations ultérieures.

I. *Dessiccation.* — Dans le but de les dessécher, les vers broyés furent soumis à l'ébullition sous pression très réduite (30 mill. de mercure), et cela pour éviter des décompositions éventuelles par l'eau bouillante à température plus élevée. La cornue renfermant la substance fut d'ailleurs chauffée au bain de glycérine, afin d'empêcher des carbonisations locales. L'eau provenant de la cornue, condensée dans un réfrigérant, coulait dans un ballon-récipient.

Pour arrêter les bases volatiles, celui-ci contenait préalablement une petite quantité d'HCl étendu; il en était de même pour un tube de Péligot interposé entre ce ballon et la trompe d'aspiration. L'évaporation du distillat et du contenu du tube donna un résidu tellement faible, que son étude était impossible. L'opération fournit 750 grammes d'eau; la substance contenue dans la cornue n'était cependant pas complètement desséchée.

II. *Épuisement par l'éther.* — Les vers, ainsi débarrassés de la presque totalité de l'eau qu'ils renfermaient, furent placés dans un grand appareil à extraction et épuisés par de l'éther pur. L'opération fut poursuivie pendant deux jours, et nous nous assurâmes que l'extraction des principes solubles avait été complète en faisant bouillir ensuite la matière avec de l'éther nouveau.

La solution ayant été chauffée au bain-marie pour éliminer l'éther, il resta un résidu formé de deux couches : l'une inférieure, constituée par de l'eau que l'éther avait entraînée; l'autre de consistance poisseuse, brune, plus légère.

Le tout fut secoué avec du benzol pour dissoudre cette dernière partie, et la dissolution benzolique fut séparée de l'eau dans un entonnoir à robinet. Elle fut ensuite desséchée sur du chlorure de calcium et le benzol chassé par distillation au bain-marie. Le résidu, comprenant les graisses, la cholestérine, etc., constituait une substance brune, gluante, à odeur âcre; il pesait approximativement 15 grammes.

III. *Séparation de la cholestérine.* — L'extrait éthéré fut traité par une solution alcoolique de soude (5 grammes dans 100 centimètres cubes) à

chaud, au bain-marie. L'alcool fut ensuite évaporé; le résidu redissous à deux reprises par l'alcool et évaporé, de manière à obtenir une matière sèche. La substance fut épuisée par l'éther dans un appareil de Soxhlet, pour enlever la cholestérine et la séparer des savons de soude.

La solution éthérée ayant été évaporée à sec, le résidu brun fut repris par l'alcool bouillant : la solution alcoolique, en se refroidissant, laissa déposer des cristaux de cholestérine. Évaporée, elle fournit 71 centigrammes de cette substance, que nous caractérisâmes par la réaction de Schiff (chlorure de fer et chloroforme).

Cette cholestérine n'est pas spécialement associée aux substances graisseuses localisées surtout, comme nous le verrons plus loin, dans l'intestin moyen. Pour le constater, nous enlevons dans un nouvel essai les intestins moyens à une quinzaine de Lombrics et mettons à part l'ensemble des autres organes situés au même niveau du corps. Nous analysons séparément, suivant les mêmes méthodes que précédemment, la somme des extraits alcoolique et éthéré provenant de ces deux portions; les deux opérations fournissent des quantités comparables de cholestérine. Cette substance parait donc répartie dans tous les tissus.

IV. *Substance jaune.* — L'extrait éthéré de cette dernière expérience, débarrassé de sa cholestérine par une série de dissolutions fractionnées dans l'alcool, forme une substance poisseuse, fortement colorée en brun; c'est la matière qui, dans l'analyse principale, colorait en noir brun l'extrait éthéré et qui provenait au moins en partie, ainsi que nous l'avons vu dans l'étude des corpuscules chloragogènes, de l'intestin et des cellules chloragogènes. La très faible quantité de matière dont nous disposions, ainsi que le manque de données préliminaires sur la marche à suivre, ne nous ont pas permis de déterminer sa composition.

V. *Analyse des graisses.* — Les savons de soude furent dissous dans l'eau et la solution amenée à 150 centimètres cubes.

A. — Une première portion, soit 50 centimètres cubes, fut additionnée de 40 centimètres cubes d'acide sulfurique au 10e et chauffée jusqu'à distil-

lation de 50 centimètres cubes; l'appareil était monté de façon à éviter tout entrainement d'acide sulfurique. Le distillat, renfermant les acides gras volatils, neutralisait 4,8 centimètres cubes de soude déci-normale. La quantité totale de graisse de Lombrics renfermait donc, en fait d'acide gras volatils, une quantité (trois fois plus grande) correspondant à 14,4 centimètres cubes d'une solution de soude déci-normale.

B. — Une deuxième portion de 50 centimètres cubes fut consacrée à la détermination des acides liquides et des acides solides. Cette solution fut additionnée d'acétate de plomb; les savons de plomb, insolubles, furent séparés par filtration, desséchés et épuisés par l'éther, qui dissout les savons de plomb des acides liquides.

Le résidu insoluble dans l'éther (savons de plomb des acides solides) fut traité par HCl étendu, et les acides gras, mis ainsi en liberté, furent enlevés par agitation de la masse avec de l'éther; la solution, desséchée ensuite sur du chlorure de calcium, puis évaporée, fournit $0^{gr},1126$ d'acides solides.

Cette quantité très faible n'a pas permis d'effectuer les opérations conduisant à la détermination de sa teneur en acide stéarique et en acide palmitique.

La solution éthérée (oléate de Pb et savons similaires) fut évaporée, puis desséchée à 60°; nous obtînmes ainsi $3^{gr},0150$ de savons.

Nous y avons dosé le plomb, pour nous rendre compte de la nature de cette substance; ces 3,0150 grammes ont donné 1,188 de $PbSO_4$, soit 0.8113 de Pb ou 26.9 % [calculé pour l'oléate $(C_{18}H_{33}O_2)_2Pb$, 26.77 %]. Cette portion est donc exclusivement formée d'acide oléique.

Les données précédentes apprécient les quantités des divers constituants de la graisse en expressions qui ne sont pas comparables. Pour donner une idée approximative de la nature de la substance, nous allons ramener ces quantités à des corps de même nature. Pour rendre le calcul possible, nous rapporterons d'abord à l'acide butyrique la quantité d'acides volatils observée : cette supposition ne peut amener d'erreur considérable. Ensuite, nous admettrons que, dans les acides solides, acide palmitique et acide stéarique sont représentés en quantités égales.

D'après ces principes, on trouve, par une série de calculs que nous croyons fastidieux de transcrire ici, les résultats suivants :

Butyrine.	0,1373 gramme.
Oléine	6,885 —
Stéarine + palmitine.	0,3537 —

ce qui donne, en composition centésimale :

Butyrine.	4,47 °/₀.
Oléine	87,47 °/₀.
Stéarine + palmitine	8,11 °/₀.

Cette teneur considérable en oléine rapproche la graisse des Lombrics de celle des autres animaux à sang froid [1]. L'oléine sert de dissolvant pour les graisses moins fusibles et le mélange reste liquide à la température basse de l'organisme.

Ces substances graisseuses sont, en presque totalité, localisées dans l'intestin moyen. Nous avons constaté ce fait par le procédé suivant : nous enlevons à une quinzaine de vers les intestins moyens et mettons à part l'ensemble des autres organes ; chaque portion est traitée par l'alcool absolu, puis par l'éther et les deux extraits réunis sont évaporés à sec ; le résidu repris par l'éther, filtré, est évaporé de nouveau. Nous obtenons ainsi de part et d'autre une substance fluide, jaune, formée surtout par de la graisse, dont on peut apprécier la quantité en évaluant la perte que subit par la saponification la portion soluble dans l'éther.

Nous avons exposé dans un autre mémoire paru pendant l'impression des présentes pages [2], que cette graisse constitue, dans l'intestin moyen, les fines granulations jaunes que renferment en quantité variable les cellules ciliées de l'épithélium intestinal.

[1] A notre connaissance, on n'a considéré jusqu'à présent que des Vertébrés.

[2] Willem et Minne, *Recherches sur la digestion et l'absorption intestinale chez le Lombric.* (Livre jubilaire dédié a Ch. Van Bambeke, Bruxelles, 1899.)

VI. *Recherche du glycogène* [1] (méthode de Abeles). — Le résidu des vers desséchés fut, après extraction par l'éther, divisé en deux parties. La première portion fut bouillie avec de l'eau et la décoction ainsi obtenue fut filtrée. La solution bouillante fut additionnée d'une solution saturée de chlorure de zinc, jusqu'à précipitation complète des albuminoïdes, puis filtrée. Le filtrat fut concentré sous un très petit volume, acidulé par HCl (pour empêcher la précipitation par l'alcool d'un sel basique de zinc), puis additionné d'alcool à 60 °/₀ pour précipiter le glycogène, la dextrine, etc.

Le précipité fut lavé soigneusement avec l'alcool à 95 °/₀, redissous dans l'eau; la dissolution, ramenée par évaporation à un petit volume, fut traitée de nouveau par $ZnCl_2$ pour obtenir une précipitation complète des albuminoïdes et des substances similaires. Après filtration et concentration, la liqueur fut traitée de nouveau par l'alcool à 60 °/₀; le précipité fut derechef lavé avec de l'alcool à 95 °/₀, puis redissous dans l'eau.

La solution opalescente fut additionnée d'acétate neutre de plomb pour précipiter la dextrine : nous n'obtînmes qu'un trouble à peine appréciable; la quantité de dextrine était presque nulle. La présence de cette substance est facilement compréhensible dans l'organisme du Lombric : c'est un produit intermédiaire entre le glycogène et sa forme active, le glycose.

Le filtrat fut additionné d'acétate basique de plomb, ce qui précipita du glycogène; le précipité réuni dans une éprouvette fut abandonné au repos et le liquide surnageant, décanté et remplacé à de nombreuses reprises par de l'alcool (pour enlever l'acétate de plomb).

La substance ainsi obtenue servit à faire les réactions du glycogène.

La quantité de glycogène obtenue était fort faible; mais il est à remarquer que la méthode suivie ne pouvait donner des résultats quantitatifs sérieux : la multiplicité des filtrations de liquides sirupeux qu'on ne pouvait laver complètement et qui filtraient avec une lenteur désespérante, la solubilité faible du glycogène dans certains réactifs qui ont servi à le précipiter, étaient autant de causes de déperditions.

[1] Le glycogène a été décelé par voie microchimique, au moyen d'iode, dans certaines cellules péritonéales de divers Oligochètes. (Voir Cuénot, mém. cité, p. 80.)

VII. *Recherche de l'acide urique.* — La seconde partie du résidu épuisé par l'éther fut traitée par une solution de 4 grammes de carbonate de lithium dans 500 c^3 d'eau, et chauffée à ébullition au bain de glycérine. Ce traitement avait pour but de dissoudre l'acide urique et de mettre en liberté les bases ammoniacales.

Nous observâmes le dégagement d'une base très volatile, à odeur ammoniacale désagréable, qui fut recueillie dans un tube de PÉLIGOT contenant de l'acide chlorhydrique à 10 °/₀.

La solution alcaline, fortement colorée en brun, fut évaporée à sec; nous obtînmes de la sorte une substance amorphe à odeur d'extrait de viande, soluble dans l'eau et déliquescente, qui devait contenir une grande quantité de matière extractive.

Pour y rechercher l'acide urique, nous l'avons oxydée par l'acide nitrique; le résidu d'évaporation formait une masse très fortement colorée en jaune, qui déflagrait avec la plus grande facilité, dès qu'on voulait achever l'évaporation en chauffant à feu nu. Aussi nous fut-il impossible d'essayer sur cette matière la réaction de la murexide.

Nous avons essayé une autre méthode : une autre dose de même substance fut dissoute dans l'eau et traitée par l'acide chlorhydrique pour précipiter l'acide urique. Le précipité peu abondant, lavé plusieurs fois avec l'acide chlorhydrique étendu, fut examiné par la réaction de la murexide. Avec l'acide nitrique, il donnait une matière jaune, probablement de l'acide picrique, dont la coloration masquait celle de la murexide : celle-ci ne fut donc aperçue que d'une manière douteuse.

Ces insuccès nous engagèrent à reprendre une portion de vers frais; débarrassés de leurs tubes digestifs, ils furent traités par une solution froide et concentrée de potasse caustique. Après contact d'un jour, la solution presque incolore fut étendue, filtrée, puis neutralisée par l'acide nitrique. Après évaporation à sec, la masse cristalline obtenue fournit nettement la réaction de la murexide.

VIII. *Recherche de l'amine.* — Le contenu du tube de PÉLIGOT obtenu dans la première recherche de l'acide urique, évaporé à sec dans une

capsule, fournit un résidu cristallin assez important. Il fut repris par l'alcool absolu pour abandonner le chlorure d'ammonium et la solution fut ensuite évaporée; l'opération fut recommencée pour assurer une élimination complète.

De la solution alcoolique acidulée par HCl fut précipitée, par le chlorure de platine, une substance cristalline de couleur jaune d'or, que nous avons recueillie sur un filtre et lavée soigneusement à l'alcool.

L'analyse fut faite par dosage du platine et fournit les résultats suivants :

0gr,1697 de chloroplatinate donnèrent
0gr,0705 de platine, soit 41.6 %.

Cette teneur en platine correspond à celle du chloroplatinate de méthylamine $(NH_3.CH_3)_2 Pt Cl_6$, qui contient 41.25 % de Pt. La différence en trop provient vraisemblablement du mélange à la substance d'un peu de chlorure d'ammonium, qui est légèrement soluble dans l'alcool absolu.

Il faut remarquer que cette méthylamine ne provient pas de la décomposition par le carbonate de lithium de substances dérivées, comme la créatine ou la sarcosine. En effet, ces corps ne se décomposent par les alcalis, en donnant de la méthylamine, que par fusion avec de la potasse caustique ou de la chaux sodée, ou en tube scellé à 150° avec de l'eau de baryte. La base très étendue que nous avons employée n'a donc pu donner lieu à des décompositions de ce genre, et on doit admettre que la méthylamine préexistait à l'état de sel chez les vers, et cela d'autant plus que le dégagement commençait à se produire par simple ébullition sous pression réduite, en l'absence de base étrangère.

Une hypothèse qui se présente à l'esprit est que cette substance proviendrait non du Lombric, mais du terreau contenu dans son tube digestif : on a, en effet, signalé de la triméthylamine chez nombre de végétaux et une substance identifiée à la méthylamine a été rencontrée dans la mercuriale [1].

Pour élucider cette question, nous avons pris 200 grammes du terreau

[1] Consulter HUSEMANN et HILGER, *Die Pflanzenstoffe*. Berlin, 1882, S. 525.

séché où vivaient les Lombrics analysés [1], et nous avons soumis cette matière au même traitement. Nous avons ainsi obtenu un chloroplatinate qui avait le même aspect que le précédent, mais dont la quantité trop faible, 0gr,0506, ne permettait pas une analyse exacte [2].

La quantité ci-dessus observée, 0gr,1697, qui correspondait à un poids moyen de 150 grammes de vers secs, se trouve être néanmoins trois à quatre fois plus considérable que celle fournie par 200 grammes de terreau. Elle ne pouvait donc pas provenir exclusivement des matières contenues dans le tube digestif des Lombrics [3].

D'autre part, nous avons recommencé la même opération avec 300 grammes de Lombrics vivant, non plus dans du terreau, mais dans de la terre de jardin très pauvre en débris végétaux. L'extraction des bases volatiles a fourni une substance dont le chloroplatinate contenait 43.91 % de Pt, c'est-à-dire du chlorure d'ammonium (teneur calculée : 43.84 %).

Il résulte de ces expériences que la méthylamine observée dans le premier cas ne constituait pas un produit constant de l'excrétion chez le Lombric ; mais que cette substance, empruntée au sol, peut s'emmagasiner dans l'organisme de cet Annélide.

RÉSUMÉ DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Donnons, en terminant cette partie du mémoire qui traite du Lombric, un résumé très concis des faits que nous avons établis et que nous grouperons dans un ordre autre que précédemment :

1° On rencontre chez le Lombric, comme produits de réserve, de la

[1] Ce terreau a été prélevé en même temps que les vers.

[2] Le dosage du platine a donné une teneur de 43,5 %, résultat qui, malgré son inexactitude, rend cependant très probable l'identification de la substance avec la méthylamine, car c'est celle-ci qui, parmi les amines, fournit le chloroplatinate le plus riche en Pt (41.25 %).

[3] Un accident ne nous a pas permis d'obtenir, par comparaison du poids des cendres des vers avec celui des cendres d'une quantité connue de terreau, le poids approximatif du contenu des intestins. La grande disproportion qui existe entre les nombres obtenus permet néanmoins une conclusion sûre.

graisse et du glycogène; la première, constituée surtout par de l'oléine, est localisée dans les cellules ciliées de l'épithélium intestinal : le glycogène s'observe dans des cellules péritonéales et fournit, comme dérivé, de la dextrine.

2° On trouve chez le même animal, comme produits de désassimilation, de la guanine (dans les cellules chloragogènes, le tube moyen et le tube large des néphridies), de l'acide urique (dans des cellules péritonéales et des éléments de même nature situés entre les fibres musculaires de la paroi du corps), de la cholestérine (probablement dans tous les tissus).

Les cellules chloragogènes accumulent de façon continue des granulations de guanine et ne manifestent que périodiquement des phénomènes d'excrétion consistant en un rejet de substances solubles dans la cavité cœlomique. Accidentellement, leurs extrémités détachées tombent dans le cœlome et sont phagocytées par les amibocytes du système plasmatique.

Les cellules uriques constituent un « rein d'accumulation »; les cristaux mis en liberté accidentellement sont aussi capturés par les globules cœlomiques.

3° En général, les corpuscules solides qui normalement ou artificiellement sont introduits dans le système plasmatique, sont éliminés par l'intermédiaire d'amibocytes de ce système : ceux-ci émigrent isolément à travers les tissus pour aboutir à l'extérieur, ou se fusionnent en nodules plus ou moins volumineux qui s'accumulent dans la cavité cœlomique, surtout dans les derniers segments et dans les vésicules séminales.

4° Les amibocytes du liquide hématique fonctionnent aussi comme éléments dépurateurs; chargés de produits d'excrétion, ils émigrent dans l'épithélium intestinal, y constituent les « cellules jaunes » décrites par les auteurs et tombent finalement dans la cavité du tube digestif.

5° Les parois de la néphridie excrètent exclusivement des matières solubles. Il ne pénètre dans le canal béant de l'organe que du liquide cœlomique en faible quantité; mis en mouvement par le revêtement ciliaire de

diverses régions du tube, il entraîne les produits puisés dans le système plasmatique par les cellules du segment moyen et de l'ampoule.

De plus, celles-ci sont susceptibles de reprendre au liquide du canal néphridien les substances assimilables provenant du plasma cœlomique entraîné.

6° Un amas phagocytaire, attaché au pédoncule du pavillon ciliaire, se désagrège sur place; ses débris liquides et solides sont expulsés par le canal néphridien.

DEUXIÈME PARTIE.

QUELQUES OBSERVATIONS SUR LES PHÉNOMÈNES DE L'EXCRÉTION CHEZ NÉREIS.

Chez un certain nombre de Polychètes sédentaires, comme l'Arénicole, les substances solides et les produits d'excrétion liquides sont rejetés de la cavité cœlomique par les néphridies, tubes très larges, courts et droits, munis d'entonnoirs de grandes dimensions, qui servent en même temps de conduits pour l'expulsion des produits génitaux [1].

Nous avons vu que, chez le Lombric, l'élimination des substances solides et celle des produits liquides se font par des voies différentes : les derniers sont rejetés par les néphridies; les premiers quittent l'organisme, peut-être en partie par les pores dorsaux, bien certainement par les conduits spermatiques; il n'y a d'exception à cette règle que pour les substances solides de petites dimensions comprises dans les amas phagocytaires des entonnoirs néphridiens. Les données que nous possédons sur la structure des néphridies des Annélides montrent, malgré le peu de connaissances que nous avons de leur fonctionnement, que le mode d'excrétion cité chez les Sédentaires dont nous parlons est plus primitif que le double procédé observé chez le Lombric.

Nous allons trouver chez Néreis une disjonction fonctionnelle plus complète encore : chez ce Polychète, l'expulsion des particules cœlomiques solides s'accomplit tout à fait indépendamment de l'activité des néphridies. Nous ne nous sommes pas proposés, en étudiant Néreis, d'élucider l'ensemble

[1] V. Willem, *L'excrétion chez l'Arénicole*. (Travaux du Laboratoire de Wimereux, t. VII, 1899.)

des phénomènes d'excrétion chez cet animal; nous nous sommes seulement intéressés à cette disposition qui nous présentait, au point de vue physiologique, un stade intermédiaire conduisant au type fonctionnel très spécial que nous avions, auparavant déjà, reconnu dans le groupe des Hirudinées.

Comme le résultat de nos observations morphologiques sur Néreis concorde avec les données que fournit GOODRICH [1], nous serons très brefs dans leur exposé.

La néphridie de *Nereis diversicolor* [2] O.-F. MÜLLER est constituée par un long tube, probablement intracellulaire, étroit et contourné, dont les circonvolutions multiples sont condensées en une masse ovoïde logée dans la base du parapode et accolée à un amas de cellules glandulaires dépendant du cirre ventral. Ce tube débute par un orifice extrêmement étroit, à peine évasé, bordé de délicates franges ciliées, et présente sur une partie de sa longueur deux bandes ciliées analogues à celles qui existent chez le Lombric et jouant le même rôle : faire progresser vers l'extérieur le contenu du canal néphridien. Les cellules qui limitent celui-ci ont un protoplasme à grandes lacunes, plus dense cependant du côté interne, et présentent souvent de nombreuses petites vacuoles qui crèvent dans la lumière centrale.

La structure de cet appareil le rend inapte à rejeter du cœlome des particules solides. Après une injection de matières pulvérulentes, pas un grain ne sort par le tube néphridien ; il ne se forme même pas, comme chez le Lombric, d'amas phagocytaire à proximité de l'entonnoir, disposition que nous avons vu permettre encore l'excrétion de quelques matériaux solides.

Mais, après une semblable injection, comme l'a décrit avant nous A. KOWALEVSKY [3], on voit apparaître dans la région dorsale, vers le milieu

[1] E. S. GOODRICH, *On a new Organ in the Lycoridea...* (QUARTERLY JOURNAL OF MICROSCOPICAL SCIENCE, 1893, vol. XXXIV.)

[2] Les exemplaires que nous avons étudiés vivaient dans l'eau saumâtre et provenaient de Wimereux et de Philippine (bouches de l'Escaut).

[3] A. KOWALEVSKY, *Ein Beitrag zur Kenntniss der Excretionsorgane.* (BIOLOGISCHES CENTRALBLATT, 1889, Bd IX, S. 70.)

Sur les glandes lymphatiques des Néréides. (COMPTE RENDU DES SÉANCES DU TROISIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DE ZOOLOGIE [Leyde], 1895, p. 526.)

de chaque segment, à droite et à gauche de la ligne médiane, deux taches colorées triangulaires qui s'aperçoivent à travers les téguments translucides de l'animal. Ces taches correspondent à des amas de cellules chargées de matières injectées, et rassemblées dans une dépendance du cœlome comprise entre le muscle longitudinal dorsal et les téguments [1].

Des phagocytes bourrés de corpuscules se rencontrent, dispersés irrégulièrement, dans toutes les régions du système plasmatique, et si l'injection a été abondante, un excès de granulations se retrouvent flottant librement dans le liquide cavitaire. A. Kowalevsky considère à tort ces groupements d'amibocytes comme de petites « glandes lymphatiques »; ces paquets, plus ou moins nombreux suivant l'importance de l'injection, ne sont fixés que momentanément aux infractuosités de la cavité cœlomique et finissent d'ordinaire, après une série d'arrêts, par aboutir plus ou moins altérés aux amas dorsaux.

Ceux-ci ne constituent pas des organes spéciaux, comme l'admet Kowalevsky qui en fait des « glandes lymphatiques » dépendant de la peau, mais des accumulations d'amibocytes cœlomiques bourrés de substances étrangères et destinés à évoluer sur place jusqu'au moment lointain de leur expulsion.

A. Kowalevsky, malgré qu'il reconnaisse à la « glande lymphatique » en question l'aspect d'une « agglomération de leucocytes », fonde sa manière de voir sur quelques faits qui lui paraissent incompatibles avec la supposition, faite par Goodrich, qu'il s'agirait d'un amas accidentel d'amibocytes; les objections du savant russe sont faciles à réfuter :

1° On rencontre ces amas non seulement sur les animaux injectés, mais aussi sur les individus sains (non injectés); dans ce cas, leurs cellules renferment souvent des granules bruns, quelquefois en assez grand nombre [2].

Ces granules sont des corps analogues aux grains chloragogènes, provenant des cellules péritonéales et tombés accidentellement dans le cœlome : les phagocytes qui s'en emparent subissent le même sort que les cellules

[1] Voir les figures du deuxième mémoire de A. Kowalevsky.

[2] *Sur les glandes lymphatiques des Néréides*, pp. 527-528.

chargées de carmin ou d'encre de Chine; les injections cœlomiques ne font qu'exagérer un phénomène normal et augmenter artificiellement le volume des amas dorsaux.

2° Ceux-ci se conservent inaltérés, quant à leur forme et leur coloration, pendant un temps indéterminé.

La raison en est que l'expulsion de ces corps de rebut, si elle s'effectue, ne se présente, comme nous allons le voir, que périodiquement et à des intervalles éloignés. Entretemps, l'amas des amibocytes, modelé par les contours de la cavité infundibuliforme dans laquelle ils ont été poussés les uns après les autres, y persiste en se désagrégeant lentement.

Enfin, si des corps plus ou moins inertes viennent se rassembler de préférence dans cette région de la cavité cœlomique, c'est qu'ils sont amenés là par le courant ciliaire d'organes métamériques dont nous allons parler.

Goodrich a décrit chez les Lycoridiens un organe spécial, constitué par

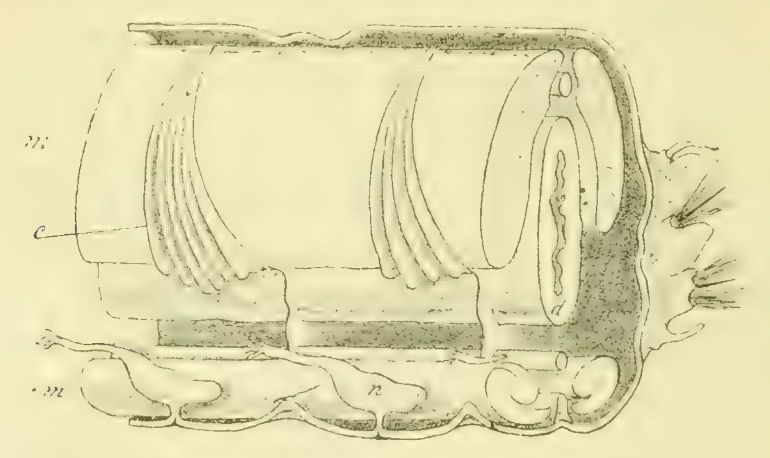


Fig. 2. — *Nereis diversicolor*. — Diagramme montrant une vue latérale de deux segments, dont la paroi a été enlevée du côté gauche (d'après Goodrich, mémoire cité, fig. 2).

m. Muscle longitudinal dorsal. *n*. Néphridie.
m'. Muscle longitudinal ventral. *d*. Intestin.
c. Organe cilié de Goodrich.

une zone épaissie et ciliée de l'épithélium péritonéal, qui se rencontre dans tous les segments à partir du dixième et à l'exception des deux derniers.

C'est une région bien définie, débutant à la face interne du muscle longitudinal dorsal, ou plus exactement sur une portion du dissépiment qui le côtoie et que limite le vaisseau tégumentaire dorsal. Elle contourne inférieurement le bord du muscle et remonte sur sa face externe en formant là une région triangulaire plissée, dont le sommet, placé vers le milieu du segment, atteint presque la ligne médiane dorsale. Le jeu des cils vibratiles détermine un courant de la base vers le sommet de l'organe.

Goodrich considère cet « organe cilié dorsal », dont l'aspect lui rappelle les conduits génitaux des Capitellides, comme un conduit génital incomplètement développé, dont l'orifice extérieur se formerait seulement lors de la maturité des produits sexuels. Il fonde son opinion sur ces considérations :

1° Les néphridies, à raison de leur calibre insuffisant, ne peuvent servir à l'expulsion des œufs;

2° Il est peu probable que la sortie des produits sexuels se fasse, comme le croit Cunningham [1], par déhiscence de la paroi de chaque segment : ce procédé, fort préjudiciable à l'individu parent, ne peut raisonnablement s'admettre que pour les Hétéronéréis, qui ne possèdent d'ailleurs pas d'organe dorsal et dont l'organisation dénote une existence fort éphémère;

3° Enfin l'auteur n'a pas rencontré de trace d'organe semblable chez d'autres Polychètes, où existent, au contraire, des néphridies à entonnoir large et à canal court plus ou moins droit, pouvant livrer passage aux produits sexuels.

Bien que nous n'ayons, pas plus que Goodrich, trouvé sur les dix Néréides que nous avons étudiées en coupes de trace d'ouverture dorsale, nous considérons l'hypothèse de cet auteur comme fort plausible. Elle entraîne cette conséquence, que l'expulsion des phagocytes dégénérés réunis dans les amas dorsaux est périodique et coïncide avec l'émission des produits sexuels.

Nous n'avons pas eu l'occasion d'étudier de Polychètes chez lesquels des néphridies, perdant en partie ou en tout leurs caractères de tubes sécrétoires, se sont organisées plus ou moins exclusivement en conduits génitaux.

[1] Cunningham, *On some points in the anatomy of Polychæte.* (Quarterly Journal of microscopical science, 1887-1888, vol. XXVIII, p. 257.)

Nous croyons néanmoins pouvoir préjuger par analogie que chez ces animaux les néphridies non spécialisées excrètent principalement ou exclusivement les produits liquides, tandis que les conduits génitaux servent, continuellement ou périodiquement au moment de la ponte, de canaux d'élimination pour les substances solides déversées dans le cœlome et phagocytées par les amibocytes plasmatiques.

La concordance entre cette disjonction au point de vue excrétoire et la spécialisation de certaines néphridies en conduits génitaux nous paraît être un fait général que vérifieront les études ultérieures; le cas de Néréis la fait prévoir et celui du Lombric la réalise en partie.

TROISIÈME PARTIE.

OBSERVATIONS SUR L'EXCRÉTION CHEZ QUELQUES HIRUDINÉES.

CHAPITRE I.

L'indépendance de l'entonnoir et du tube néphridien chez la Néphélis et la Clepsine.

Chez la Néréide, comme nous l'avons montré dans le chapitre précédent, l'entonnoir de la néphridie n'a plus d'autre fonction que d'introduire dans le tube une certaine quantité de liquide servant à entrainer la sécrétion des cellules néphridiennes. La considération de ce stade permet de concevoir facilement que l'ouverture cœlomique du canal néphridien puisse se fermer, si l'écoulement de son produit liquide est assuré d'autre manière.

C'est par une modification de ce genre que, dans l'évolution des glandes rénales des Vertébrés, l'entonnoir néphrostomien des canalicules urinifères disparaît devant la prédominance croissante du glomérule de Malpighi.

Cette oblitération de l'orifice interne de la néphridie est un phénomène qui s'observe, avec des aspects variables, dans divers rameaux du phylum des Annélides; quelques exemples en ont été déjà signalés, dont l'importance au point de vue de l'évolution de la néphridie n'a pas été suffisamment mise en lumière. Ainsi Vejdovsky [1] décrit la néphridie de *Chætogaster* comme

[1] Vejdovsky, *System und Morphologie des Oligochæten*, p. 126; Taf. V, Fig. 16 und 17.

un long tube, étroit et contourné, débutant au sein d'une masse glandulaire sphérique, close, formée de grosses cellules à contenu granuleux et brunâtre.

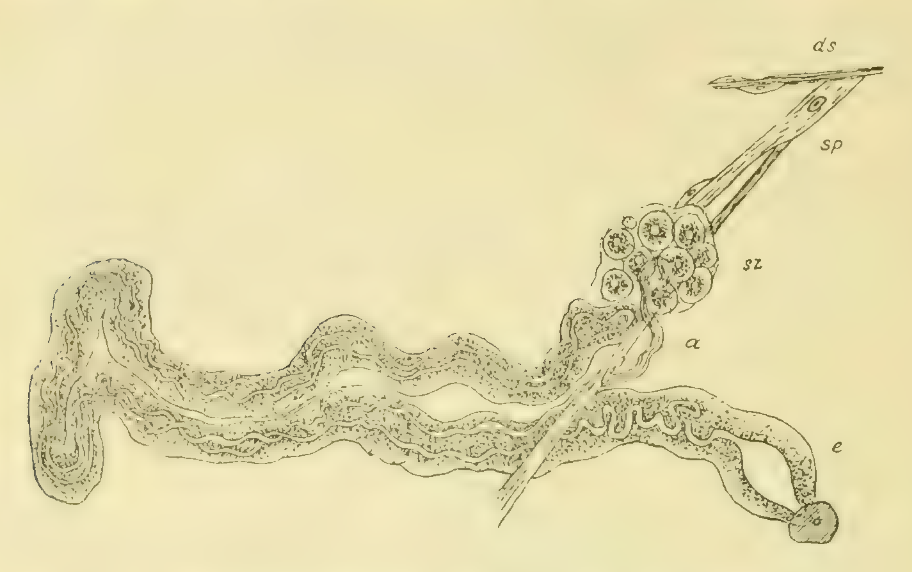


Fig. 3. — *Chaetogaster diaphanus Gruith.* — Néphridie, suspendue à la paroi du dissépiment *ds* par le tractus *sp* (suspensorium); débute par une glande globuleuse *sz*, où prend naissance une canalicule *a*; *e*, vésicule terminale contractile (d'après Vejdovsky, Taf. V, fig. 16).

Goodrich a montré dernièrement que chez *Nephthys*, la néphridie est constituée par un tube simple, peu flexueux, naissant par 3-5 branches fermées en cæcums; à côté de ce conduit glandulaire s'observe un organe cilié étalé en éventail, dont l'auteur ne détermine pas la fonction [1]. Chez *Glycera*, le complexe néphridien comprend un grand entonnoir cilié poussant dans un « sac néphridien » les particules solides injectées dans le système circulatoire et capturées par ses amibocytes; à ce sac néphridien, mais sans communication ni avec lui ni avec le cœlome, est accolé un tube glandulaire (*nephridium*) extrayant du liquide cœlomique des substances solubles [2]. Enfin le groupe des Hirudinées fournit, comme nous allons le

[1] E.-S. Goodrich, *On the Nephridia of the Polychaeta*. Part. I. (Quarterly Journal of microscopical science, 1897, vol. XL).

[2] E.-S. Goodrich, *On the Nephridia of the Polychaeta*. Part II. (Quaterly Journal of microscopical science, 1898, vol. XLI).

montrer, un exemple remarquable de cette occlusion du tube glandulaire, avec persistance de l'entonnoir cilié qui, en conservant un développement considérable, assume une fonction spéciale [1].

*
* *

La communication qui existerait chez les Hirudinées entre le canal néphridien et un appareil infundibuliforme initial a été, dans ces derniers temps, fortement discutée. Pour donner un aperçu complet des opinions émises dès l'origine sur ce sujet, il faudrait retracer le développement de nos connaissances sur le système excréteur des Hirudinées et résumer les travaux de Leydig, Gegenbaur, Whitman, Hoffmann, A. Lang, O. Schultze, Vejdovsky, etc., où la question qui nous intéresse en ce moment n'est traitée que de façon fort peu concrète.

Plus récemment, la discussion s'est précisée; A.-G. Bourne, R. Leuckart, A. Graf, A. Oka, H. Bolsius y ont apporté des arguments de faits: les premiers soutenant la continuité des entonnoirs et des tubes néphridiens; le dernier niant avec ténacité, dans une série de mémoires et de notes, tout rapport entre la portion glandulaire de la néphridie et les organes ciliés.

Dans son travail classique sur l'anatomie des Hirudinées [2], A.-G. Bourne admettait à l'origine du canal néphridien, chez divers genres, un entonnoir communiquant avec lui. Il faut remarquer cependant que l'auteur ne représentait cette continuité — ailleurs que sur des schémas — que chez *Pontobdella* (fig. 53, pl. XXXI); d'autres dessins correspondant à *Hirudo* et *Clepsine* témoignent qu'il n'a pas cru devoir s'assurer objectivement d'un fait qui lui paraissait indéniable. Ajoutons immédiatement que Bourne, dans

[1] Cosmovici, dans son mémoire sur les glandes génitales et les organes segmentaires des Annélides Polychètes (*Archives de zoologie expérimentale et générale*, t. VIII, 1879-1880), signale certaines néphridies comme dépourvues de néphrostome : on rencontrerait de semblables organes chez *Terebella*, *Ophelia*, *Pectinaria*. Mais ce sont là des erreurs d'observation : d'autres naturalistes ont depuis décrit les entonnoirs qui avaient échappé à Cosmovici. — De même pour *Sternaspis* : ses néphridies, qu'on décrivait généralement comme fermées du côté cœlomique, possèdent un entonnoir initial [Goodrich, *Notes on the Anatomy of Sternaspis*. (Quarterly Journal of microscopical Science, 1897, vol. XL).

[2] A.-G. Bourne, *Contributions to the Anatomy of the Hirudinea*. (Quarterly Journal of microscopical science, 1884, vol. XXIV.)

une note plus récente [1], abandonne son opinion sur la connexion permanente du système néphridial avec l'entonnoir.

R. Leuckart [2] affirme que ce dernier organe doit être considéré anatomiquement et physiologiquement, au même titre que l'entonnoir d'autres Annélides, comme l'appareil terminal de la néphridie : chez les Clepsines on verrait, dans des préparations favorables, le passage des canalicules de la région glandulaire à ceux de la cavité annexée à l'entonnoir. Chez *Nephelis*, sans avoir pu suivre la connexion d'une manière complète, il croit pouvoir en affirmer néanmoins l'existence en toute sécurité.

Arn. Graf, se conformant de son côté à l'opinion régnante, admet la communication en question chez *Nephelis,* mais il confesse que l'état de ses préparations ne lui a pas permis de la distinguer [3].

Dans un mémoire fort bien fait, fournissant des données très précises sur l'anatomie des *Clepsines* [4], Asajiro Oka représente à deux reprises (fig. 47 et 57, taf. VI), la connexion entre la première cellule néphridienne et le réseau interstitiel de la capsule de l'entonnoir : chez *Clepsine tesselata*, cette communication s'effectuerait par un seul canalicule; chez *Clepsine complanata,* un canal principal et peut-être des rameaux accessoires s'ouvriraient dans la capsule (p. 135).

Un autre élève de R. Leuckart, W. D. Mac-Kim, apporte à l'appui de la même opinion des observations faites sur *Hirudo,* où il prétend avoir rencontré deux fois, distinctement (fig. 20 et 23), une communication du même genre [5].

De son côté, H. Bolsius s'élève avec force contre les assertions des auteurs

[1] A.-G. Bourne, *The Nephridia of the Leeches*. (Quart. Journal of microsc. science, 1893, vol. XXXIV.)

[2] R. Leuckart, *Ueber den Infundibulapparat der Hirudineen.* (Berichte über die Verhandl. d. K. Sächs. Gesellschaft der Wiss. 1893, Bd IV.)

Die Parasiten des Menschen, 1894, 2te Aufl.

[3] Arn. Graf, *Beiträge zur Kenntniss der Exkretionsorgane von Nephelis vulgaris.* (Jenaïsche Zeitschrift für Naturwissenschaft, 1893, Bd XXVIII, p. 173.)

[4] Asajiro Oka, *Beiträge zur Anatomie der Clepsine.* (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1894, Bd LVIII.)

[5] W.-D. Mac Kim, *Ueber den nephridialen Trichterapparat von Hirudo.* (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1895, Bd LIX.)

précédents, qu'il trouve étayées par des preuves insuffisantes, et soutient que cellules néphridiennes et organes ciliés sont, chez les Herpobdellides et les Glossiphonides, deux formations entièrement indépendantes [1].

Nous nous rangeons à son avis : nous avons, à l'exemple de Bolsius, étudié la série des coupes correspondant à un organe cilié de *Nephelis,* et constaté à toute évidence que les cellules néphridiennes les plus proches ne se mettent aucunement en rapport, soit avec l'ampoule qui le loge, soit avec les piliers conjonctifs qui le supportent et à travers l'un desquels, d'après Leuckart [2], s'établirait la communication entre la néphridie et l'entonnoir. Nous avons considéré de la sorte, attentivement et complètement, cinq organes ciliés, chaque fois avec le même résultat négatif. Nos coupes en série, de 5 μ d'épaisseur, étaient pratiquées transversalement dans des exemplaires fixés en entier dans la liqueur de Hermann et colorés sur plaques à la safranine, selon la méthode ordinaire; elles ne présentaient ni interruption, ni plissement, ni déchirure.

Il convient d'ailleurs de rappeler que des quatorze paires de néphridies que possède *Nephelis,* les trois premières ne sont pas accompagnées d'entonnoir; elles sont constituées par conséquent par des tubes glandulaires fonctionnant indépendamment d'un organe cilié initial.

De même chez les Clepsines, où la structure des organes est moins favorable à une facile constatation du fait, nous ne sommes point parvenus, malgré de patientes recherches, à trouver de trace de communication entre la dilatation supportant l'entonnoir et les ramifications du canal néphridien : toujours, sur les coupes, l'enveloppe conjonctive de la vésicule [cavité annexe de Bolsius] s'interpose ininterrompue entre le contenu de celle-ci et la cellule néphridienne la plus voisine (fig. 28). Toutefois, celle-ci s'accolant de très près à cette enveloppe, on peut obtenir, sur des coupes

1 Bolsius, *Les organes ciliés des Hirudinées.* (La Cellule, 1891, t. VII.) — *Anatomie des organes ciliés des Hirudinées du genre des Glossiphonides.* (Annales de la Société scientifique de Bruxelles, 1894). — *Les défenseurs de la continuité actuelle des néphridies et des « entonnoirs » dans les Hirudinées.* (Idem, 1895, t. XIX.) — *L'union des cellules néphridiales des Glossiphonides et l'indépendance du prétendu entonnoir des Herpobdellides.* (Idem, 1897, t. XXI.)

2 Leuckart, *Die Parasiten des Menschen...,* 1894, Bd I, p. 715.

qui l'entament obliquement, une superposition optique des lacunes de la vésicule et de fins canalicules de la cellule glandulaire, superposition qui peut en imposer par une communication réelle ; mais c'est là un aspect qu'un examen attentif de coupes minces démontre être une illusion. C'est à cette cause d'erreur, et vraisemblablement aussi à des déchirures de coupes, qu'il faut attribuer les aspects, si démonstratifs en apparence, que représentent les figures 47 et 57 du mémoire d'Oka.

Ajoutons enfin, comme preuve positive, que lors des injections cœlomiques, même copieuses, de solutions colorées (indigo-carmin, carminate d'ammoniaque), aucune trace de liquide ne passe dans le canal néphridien, comme on devrait l'observer si la lumière de celui-ci était en communication plus ou moins directe avec le cœlome.

Nous considérons donc comme définitivement démontrée chez *Nephelis* et *Clepsine* l'indépendance de l'organe cilié ou entonnoir et du tube glandulaire néphridien ; c'est là un fait important au point de vue de la physiologie comparée de l'excrétion chez les Annélides. Ce qui nous préoccupera, dans les pages suivantes, sera la recherche des modifications éventuelles qui accompagnent cette disjonction secondaire.

CHAPITRE II.

Observations sur l'excrétion chez Nephelis vulgaris.

A. — Structure et fonction des organes ciliés.

La structure d'un organe cilié [1] de *Nephelis* peut se définir sommairement comme suit : une couronne de cellules ciliées reposant sur un cylindre conjonctif creux, que des travées rattachent à la paroi de la vaste cavité sanguine sphérique environnante.

[1] Nous emploierons ce terme, introduit par Bolsius, pour désigner l'entonnoir devenu indépendant de la néphridie.

La forme compliquée des cellules ciliées exigerait une description fort longue; le dessin ci-contre en donnera une idée satisfaisante. Il montre que chacun de ces éléments comprend un corps *a*, supportant un bourrelet cylindrique à triple courbure *b*; ce bourrelet est couvert de grands cils vibratiles. La figure 24 (planche IV), représentant une coupe transversale de l'organe cilié au niveau des cellules en question, en montre des sections à diverses hauteurs [1].

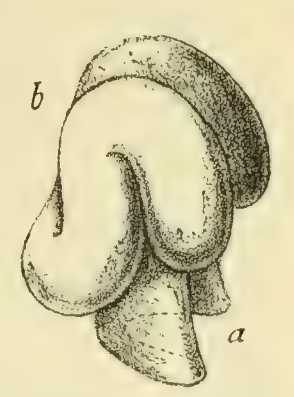


FIG. 4. — *Nephelis vulgaris.* — Cellule ciliée de l'entonnoir.

Disposés en cercle, ces éléments constituent par leur ensemble la couronne terminale de l'organe cilié. Fait à remarquer, qu'a déjà signalé BOLSIUS et dont l'origine nous échappe, semblable groupement de cellules ciliées comporte ordinairement un nombre impair d'éléments [2] : sept dans le cas que nous avons représenté figure 24.

Le cylindre conjonctif creux sur lequel est implantée cette couronne est de faible épaisseur. Sa surface interne est couverte de cellules globuleuses à gros noyaux, à protoplasma dense, surtout autour du corps nucléaire, et dont les limites, nettes du côté interne, sont imperceptibles du côté opposé ; elles forment une strate à surface mamelonnée qui se prolonge supérieurement entre les bases non contiguës des cellules ciliées (fig. 24). Disons enfin que du tissu conjonctif émanant de la charpente du cylindre revêt, en couche très mince, la face externe du corps des éléments de la couronne.

Tout cet ensemble est rattaché aux parois de l'ampoule par un nombre variable de travées ou piliers grêles, souvent ramifiés, dont la substance se perd dans le tissu de même structure qui limite la cavité sanguine. Ils

[1] Cette figure n'est pas un dessin synthétique, comme ceux que BOLSIUS a combinés (p. 13) pour représenter des couronnes complètes sur les planches de son mémoire concernant *Nephelis*. Les cellules sont numérotées de 1 à 7, et les coupes se rapprochent de plus en plus de la base de la cellule correspondante, quand on les considère dans l'ordre suivant : 2, 3, 1, 5, 4, 6, 7.

[2] A. GRAF (p. 173) signale néanmoins deux cas où le nombre des cellules ciliées était de huit.

supportent souvent des cellules identiques à celles qui tapissent la paroi de cette cavité.

La description que nous avons donnée de l'organe cilié de *Nephelis* concorde dans ses grandes lignes avec celle que fournit Bolsius; elle en diffère cependant et par des points de détails qu'il est inutile de relever, et par d'autres, plus importants, que nous signalerons sommairement. Bolsius décrit l'organe comme une capsule à fond complet, imperforé, formé des mêmes cellules non ciliées que celles qui tapissent la paroi latérale, mais plus minces et plus aplaties (p. 14). Ce plancher de la cupule supporte souvent un monticule plus ou moins saillant, formé de globules sanguins qui ne se différencient, dans aucun des dessins de l'auteur, des cellules non ciliées. Il y a dans cette description une inexactitude qui tient aux difficultés que présente, dans les circonstances ordinaires, l'étude d'une structure qui devient plus nette après une copieuse injection cœlomique.

Quant à Arn. Graf, il se contente de signaler l'existence d'un élargissement vésiculeux (*bläsenförmige Erweiterung*), situé sous la couronne ciliée et dont le contenu, formé sur ses coupes de noyaux, de globules sanguins, de sang coagulé, rend la structure très difficile à élucider (p. 173). C'est là, il faut le dire, une description bien insignifiante d'un organe intéressant.

*
* *

Ces organes ciliés sont situés au nombre de onze paires, — une par segment de la partie postérieure du corps, — dans certaines des ampoules que présente le système sanguin et qui, d'après Bürger [1], dérivent directement des cavités cœlomiques primordiales.

Après une injection dans le système circulatoire d'un sérum tenant en suspension des particules solides telles que du bleu de Prusse finement pulvérisé, on trouve la cavité interne des organes ciliés occupée par des globules sanguins bourrés de grains injectés : ils forment là une plasmodie de texture lâche dont le volume s'accroît continuellement par l'adjonction de

[1] O. Bürger, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Hirudineen.* (Zoologische Jahrbücher. Abth. für Anatomie, 1891, Bd IV.)

nouveaux phagocytes et qui distend de plus en plus les parois de l'organe (fig. 20).

Tous les phagocytes ainsi chargés de matériaux étrangers se fixent dans les organes ciliés qui avoisinent la région injectée; plus tard, d'autres amibocytes sanguins viennent s'y adjoindre et constituer, autour de la plasmodie primitive, une capsule formée de couches superposées d'éléments étroitement serrés les uns contre les autres (fig. 21). Semblable stratification d'une masse globuleuse peut faire croire, au premier abord, que la plasmodie flotte dans la cavité de l'organe cilié, et qu'elle doit cette structure à un mouvement de rotation sur elle-même que lui imprimeraient les cils vibratiles. Mais l'examen de la série des coupes montre, au contraire, qu'elle est fixée aux cellules non ciliées de l'entonnoir et que son enveloppe stratifiée ne s'étend que sur les deux surfaces libres de la masse, complétant ainsi la paroi qui isole du liquide circulatoire, comme dans un kyste, la masse des phagocytes chargés de matériaux de rebut.

Les entonnoirs de *Nephelis* se présentent donc comme des organes où viennent s'accumuler, et probablement se désagréger ensuite, les amibocytes sanguins dont le contenu est une gène pour l'organisme. Nous les avons vus fonctionner comme des organes d'élimination et non, ainsi que le suggère Bolsius, comme des foyers de production de globules sanguins.

Et cependant, nous ne nous refusons pas à admettre cette hypothèse de Bolsius, fondée sur la présence fréquente de phénomènes mitosiques dans des éléments de l'amas cellulaire occupant le fond de la « cupule » (page 16). L'aspect non différencié des « cellules non ciliées » qui tapissent la cavité de l'organe, et leur ressemblance frappante avec des globules sanguins jeunes, rendent vraisemblable l'opinion qui les considérerait comme pouvant donner naissance à des corpuscules amiboïdes. Il est à remarquer, dans cet ordre d'idées, que les débris des éléments en dégénérescence, entraînés dans l'entonnoir, pourraient servir à la nutrition des cellules formatrices. Ceci n'est qu'une hypothèse que nous proposons à des vérifications ultérieures.

Bolsius émet aussi l'opinion que les organes ciliés constitueraient des appareils mettant en mouvement le sang circulant dans les cavités cœlo-

miques. L'examen de la disposition de ce réseau circulatoire est peu favorable à cette interprétation. Que le jeu des cils vibratiles de l'entonnoir brasse le contenu de l'ampoule, et entraîne vers son centre les globules flottant plus ou moins inertes dans le plasma, cela ne présente aucun doute ; mais le faible calibre des canaux qui partent de ces cavités spacieuses ne permet guère de concevoir que ce mouvement se propage à quelque distance dans le réseau sanguin [1].

B. — Fonction des cellules botroïdales.

Les aspects de l'organe cilié que nous avons décrits sont anormaux : dans les conditions ordinaires, ils ne renferment qu'un nombre très restreint de phagocytes en dégénérescence; mais les injections dont nous avons exposé les résultats mettent en lumière, par l'exagération des phénomènes qu'elles déterminent, une fonction qui serait autrement difficile à élucider.

Les quelques rares productions qui sont normalement déversées dans le liquide sanguin proviennent des cellules qui tapissent les cavités cœlomiques : ampoules et canaux du système botroïdal.

Ces cellules peuvent se présenter comme des éléments petits, non différenciés (fig. 22, *a*), ou offrir une taille plus grande et un protoplasme vacuolaire, chargé de granulations brunes en nombre plus ou moins considérable [2].

[1] Pour nous, le liquide du système botroïdal progresse grâce aux contractions générales du corps, et la présence d'ampoules, en nombre d'ailleurs plus grand (21 paires) que celui des organes ciliés, favorise l'action de ce facteur. En effet, ces cavités, dont le volume varie considérablement lors des contractions et des dilatations locales, font l'office de réservoirs qui se vident et se remplissent alternativement sous l'influence des mouvements du corps et, grâce à leur grande capacité relative, déterminent dans le réseau des déplacements de liquide plus considérables.

[2] Nous sommes surpris de la manière dont Bolsius dessine ces éléments sur les figures qui représentent le revêtement des ampoules : nous ne les avons jamais vus serrés de la sorte les uns contre les autres et présenter un aspect de ce genre.

Ces granulations, par leur couleur, leur volume et leur aspect après l'action des réactifs fixateurs, ressemblent aux grains chloragogènes des Chétopodes; les cellules elles-mêmes d'ailleurs, comme le prouvent les résultats d'injections colorées, fonctionnent comme organes dépurateurs du liquide sanguin. Aussi les considérons-nous, avec A. Graf (p. 170), comme des cellules excrétrices analogues aux cellules chloragogènes que nous avons étudiées chez le Lombric. Nous ajouterons encore que la structure hautement différenciée de ces éléments est incompatible avec l'opinion émise par certains auteurs, suivant lesquels ils pourraient se détacher des parois pour se transformer en amibocytes sanguins.

Les cellules chloragogènes à protoplasme spumeux peuvent émettre des sphérules hyalines de volume variable, qui se détachent pour tomber dans le liquide sanguin; elles sont là saisies par les amibocytes, parfois même avant leur séparation du corps cellulaire (fig. 25). Quelquefois aussi les vacuoles de la cellule pariétale sont tellement développées (fig. 23), qu'elles forment une énorme masse spumeuse qui proémine dans le canal sanguin et se résout en sphérules libres flottant dans le liquide ambiant.

On retrouve, chez les *Nephelis* qui présentent ces phénomènes, des amibocytes véhiculant de semblables globules aux environs des organes ciliés et dans les amas plasmodiaux correspondants : les sphérules des phagocytes périphériques ont conservé leur volume primitif; mais dans la région centrale de la plasmodie, elles se résolvent en agglomérations plus serrées de vacuoles plus petites (fig. 26).

Jamais nous n'avons vu les cellules botroïdales rejeter des grains chloragogènes; quand, très rarement, nous avons rencontré des grains bruns dans les amas des entonnoirs (fig. 26), il s'agissait d'animaux injectés, que les manipulations avaient fortement froissés et chez lesquels l'introduction d'une canule à injection avait pu détruire des éléments chloragogènes. Ceci, remarquons-le en passant, corrobore l'opinion suivant laquelle les cellules chloragogènes du Lombric et des autres Annélides ne rejettent pas les grains solides qu'elles renferment.

A. Graf dit avoir observé souvent sur ses coupes des ampoules obstruées de cellules chloragogènes fortement tassées : celles de la périphérie étaient

encore remplies de granulations, tandis que les éléments situés vers l'intérieur étaient ordinairement privés de contenu (fig. 12, taf. IX); ailleurs, l'auteur rencontrait des ampoules complètement remplies de granulations et de noyaux (p. 180, fig. 6, pl. X). Ce sont là des aspects anormaux dus à un traitement défectueux des animaux étudiés; les figures histologiques du mémoire en question laissent d'ailleurs l'impression qu'elles ont été dessinées d'après des préparations médiocres. Ajoutons que, d'après le même auteur, tous ces débris cellulaires remplissant une ampoule parviendraient dans l'entonnoir et seraient expulsés par le canal néphridien (p. 181); ce que nous avons dit précédemment nous permet de ne plus discuter cette assertion.

Nous avons étudié la structure des entonnoirs modifiés de *Nephelis* et l'origine des produits figurés qui viennent aboutir au centre de ces formations. Il resterait à chercher la fonction dévolue au tube glandulaire néphridien; nous examinerons cette question à propos des Clepsines, Hirudinées chez lesquelles les cellules de cet organe présentent, avec une structure analogue, des dimensions plus considérables qui en facilitent l'étude.

Résumé.

Les cellules botroïdales de *Nephelis* sont des éléments exclusivement dépurateurs : elles extraient du sang des produits d'excrétion liquides et les accumulent transformés, dans leur cytoplasme, sous forme de grains bruns analogues aux corpuscules chloragogènes.

Elles peuvent rejeter dans le milieu qui les baigne des sphérules de sécrétion ; celles-ci subissent le sort des corpuscules qui peuvent se rencontrer flottant dans le système circulatoire : capturés par des amibocytes, ils vont échouer avec eux dans les entonnoirs modifiés, où leur substance sert peut-être à la nutrition de cellules formatrices d'éléments sanguins.

CHAPITRE III.

Observations sur les Clepsines.

I. *Cellules cœlomiques pariétales.* — Chez les Clepsines, les cellules qui se rencontrent sur la paroi des lacunes cœlomiques agissent comme organes dépurateurs du liquide circulatoire : elles lui soutirent les substances colorées solubles qu'on y introduit (teinture de tournesol, indigo-carmin, carminate d'ammoniaque) et les accumulent dans des vacuoles de leur protoplasme, à réaction acide. Ces faits résultent d'expériences publiées par A. Kowalevsky [1] ; nous en avons répété quelques-unes afin d'en préciser certains détails douteux. Le savant naturaliste russe écrit, par exemple (p. 4), que les substances absorbées par les « cellules acides » se portent sur des granulations spéciales qu'elles colorent : il est bien évident pour nous que ce sont là des vacuoles apparaissant après absorption de liquide ambiant, non des granulations préexistantes [2].

II. *Organes ciliés.* — Les particules solides injectées dans le système circulatoire sont capturées par les globules sanguins, ou passent directement dans les organes qui représentent les entonnoirs néphridiens modifiés.

Ce que nos coupes nous ont montré de la structure de ces organes est à peu près conforme à la description détaillée, malheureusement trop prolixe, que Bolsius donne de ces formations [3]. Ce sont des tubes surmontés

[1] A. Kowalevsky, *Études biologiques sur les Clepsines.* (Mém. de l'Acad. des sciences de Saint-Pétersbourg, 1897.)

[2] Faisons remarquer en passant que ces cellules, homologues des cellules botroïdales de *Nephelis,* ne renferment pas de grains chloragogènes ; il y a là un déplacement fonctionnel que nous espérons pouvoir mettre en lumière plus tard, en démontrant que la substance chloragogène s'accumule dans des cellules spéciales du tissu conjonctif qui constitue la charpente du corps.

[3] H. Bolsius, *Anatomie des organes ciliés des Hirudinées du genre des Glossiphonides.* (Annales de la Société scientifique de Bruxelles, t. XVIII.)

de deux lèvres garnies d'un bourrelet plus ou moins contourné suivant l'âge des individus et l'espèce à laquelle ils appartiennent [1]; chacun de ces tubes, à paroi interne ciliée, aboutit par une extrémité proéminante dans la cavité d'une loge sphérique occupée par un système de cellules plus ou moins fusionnées entre elles en plasmodie, plus ou moins dégénérées suivant les exemplaires considérés.

Les lacunes que A. Oka, à l'exemple de Leuckart, décrit (page 131, fig. 42 43, pl. VI) dans les cellules de cette cavité ne représentent pas, comme il le prétend, les coupes optiques d'un réseau compliqué de canaux intracellulaires, mais de simples vacuoles protoplasmiques. Nous avons déjà dit que, contrairement à ce que représente Oka, l'enveloppe de la capsule constitue une séparation complète entre la cavité interne et les ramifications du canal néphridien.

Après une injection de particules fines dans le système circulatoire, on trouve l'axe de l'entonnoir occupé par une traînée de corpuscules que le jeu des cils vibratiles fait pénétrer dans la cavité sous-jacente et dans ses ramifications (fig. 29); quelques heures après, on observe les mêmes grains dans l'intérieur des cellules capsulaires, qui fonctionnent comme phagocytes : Kowalevsky rapporte que des *bacillus subtilis*, arrivés dans ces cellules par voie d'injection, y sont digérés.

Ceux des amibocytes sanguins qui ont absorbé de semblables particules solides, finissent par aboutir, après un temps plus ou moins long, dans les capsules néphridiennes, où viennent ainsi s'accumuler tous les corpuscules étrangers versés dans le réseau circulatoire.

Ces organes n'absorbent pas les substances dissoutes qu'on mélange artificiellement au liquide sanguin. Kowalevsky, qui a reconnu ce fait avant nous, signale cependant que, huit jours après une injection de carminate d'ammoniaque, il trouvait des particules de carmin et dans les « leucocytes » et dans les capsules néphridiennes; elles provenaient apparemment, dit-il, des cellules acides. Nous croyons plutôt, d'après nos observations, qu'il s'agit de

[1] Voir, à propos de cette structure, les bonnes figures du mémoire d'Oka, *Beiträge zur Anatomie der Clepsine* (fig. 39 et 40, taf. VI).

carmin préalablement précipité par le contact d'amibocytes sanguins qui l'ont englobé et véhiculé jusqu'aux entonnoirs.

III. *Cellules néphridiennes.* — Aucune des injections de substances liquides colorées que Kowalevsky, et nous, après lui, avons faites dans le système circulatoire (indigo-carmin, phénicine, carminate d'ammoniaque) n'a déterminé la coloration des cellules néphridiennes.

Et cependant on doit admettre, par analogie avec les autres Annélides, que ces cellules glandulaires fonctionnent comme glandes excrétrices; leurs relations anatomiques intimes avec le réseau sanguin, chez diverses Hirudinées, confirment cette opinion. Chez *Nephelis,* on voit les fins canaux du système botroïdal, facilement reconnaissables sur les coupes grâce à leur coloration brune, former autour des circonvolutions du tube néphridien un réseau assez dense; chez *Clepsine,* les cellules néphridiennes ne sont séparées des cavités sanguines, où elles baignent pour ainsi dire par presque toute leur surface, que par une mince couche de tissu conjonctif (fig. 29); chez *Aulastomum gulo,* Bolsius représente (fig. 17) [1] des capillaires sanguins s'insinuant entre les cellules glandulaires, dont ils ne sont séparés que par une cloison très mince.

Nous ne nous sommes pas proposés d'étudier en détail la structure intime des cellules glandulaires de Clepsine, ni d'autres Hirudinées : d'autres l'ont fait avant nous, et cette étude sortirait du cadre de nos recherches. Ce qui nous intéressait spécialement, c'était de reconnaître l'aspect morphologique de leur sécrétion. Or, ni dans les arborisations initiales de cellules (fig. 28), ni dans les canaux collecteurs, nous n'avons trouvé d'éléments figurés représentant cette sécrétion; elle est donc formée par un liquide qui filtre du protoplasme cellulaire dans les canaux de la glande.

Ce fait nous paraît être en corrélation avec l'oblitération du néphrostome chez les Hirudinées : la sécrétion n'est plus constituée, comme chez des Annélides à néphridies béantes, parmi lesquelles l'Arénicole, le Lombric, la Néréis, par des boules dont l'entraînement nécessite l'introduction dans le

[1] H. Bolsius, *Recherches sur la structure des organes segmentaires des Hirudinées.* (La Cellule, 1889, t. V.)

canal d'un fluide balayeur; mais par un filtrat dont la progression s'obtient plus aisément, grâce à la « vis a tergo » [1].

Nous signalerons en passant un seul détail de structure qui nous a frappés dans certaines cellules néphridiennes de *Clepsine*, et que nous avons représenté sur la figure 29. Les deux noyaux volumineux qui existent dans deux des territoires protoplasmiques que montre la coupe figurée ne sont pas les seuls corps nucléaires qu'on y observe : à côté d'eux, on en trouve de très petits, de taille variable, dont la substance chromatique présente des aspects plus ou moins prononcés de dégénérescence (*n'*, fig. 29). On peut en compter jusque trente sur une seule coupe de 5 μ d'épaisseur.

Bolsius [2] a déjà décrit, chez *Clepsine complanata*, des noyaux dont la surface est hérissée de protubérances parfois très allongées; mais il hésite (p. 145) à considérer ces formes spéciales comme naturelles. Nos préparations témoignent que ce ne sont pas là des aspects anormaux et que les digitations que présentent certains noyaux sont des productions probablement destinées à se séparer pour fournir les corpuscules dont nous avons parlé. La signification de ce phénomène nous échappe; si nous avons signalé cette particularité, c'est qu'elle est inconnue et pourrait avoir quelque relation avec les phénomènes de la sécrétion cellulaire.

Résumé.

Les cellules qui, chez les Clepsines, tapissent les cavités cœlomiques, fonctionnent comme éléments dépurateurs du sang, en lui soutirant des produits solubles de désassimilation.

Les substances solides qu'on introduit artificiellement dans le système

[1] Il est remarquable que chez *Chætogaster* où, comme nous l'avons rappelé, la néphridie débute au sein d'un amas cellulaire clos, le tube glandulaire reçoit tout le long de son trajet de nombreux canalicules transversaux très fins et ramifiés, prenant naissance dans les cellules qui le limitent; c'est là, comme le fait remarquer Vejdovsky (mém. cité, p. 126), une disposition analogue à celle que présente le canal néphridien des Hirudinées.

[2] Bolsius, *Recherches sur la structure des organes segmentaires des Hirudinées*, p. 400; fig. 35, pl. III.

sanguin sont soustraites à la circulation par les cellules phagocytaires des cavités annexes des entonnoirs néphridiens modifiés. A l'état normal, c'est dans ces organes phagocytaires que viennent se désagréger les corpuscules sanguins en voie de dégénérescence.

Le tube néphridien, sans connexion directe avec le cœlome, puise dans le contenu des lacunes qui l'environnent d'autres excreta, qu'il rejette sous forme liquide.

Les caractères généraux de l'excrétion sont analogues chez *Nephelis* et *Clepsine;* autant qu'on peut en juger par ce que nous connaissons des dispositions morphologiques réalisées chez les autres Hirudinées, on peut étendre à la plupart de celles-ci les conclusions que nous signalons.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Nous avons, à la fin de chaque partie, résumé succinctement les conclusions qu'elle comportait. Nous rappellerons ici quelques faits d'ordre général qui semblent se dégager de nos observations et que nous nous proposons d'adopter comme matière à vérification pour nos recherches ultérieures.

Chez tous les Annélides observés, les cellules qui tapissent les cavités cœlomiques appartenant au système circulatoire fonctionnent comme éléments dépurateurs du sang : elles accumulent dans leur protoplasme des produits d'excrétion divers, qui se substituent les uns aux autres suivant les Annélides et les régions de l'organisme considérées : on y a reconnu jusqu'à présent l'existence d'acide urique, de guanine, d'urate acide de soude [1] et d'une substance qu'on dit analogue à la chitine [2].

[1] Chez l'Arénicole : V. Willem, *L'excrétion chez l'Arénicole.* Travaux du Laboratoire de Wimereux, t. VII, 1899.

[2] H. Eisig, *Monographie der Capitelliden des Golfes von Neapel*, p. 731.

Schaeppi, *Das Chloragogen von Ophelia radiata.* (Jenaïsche Zeitschrift, 1894, Bd XXVIII.)

On observe dans divers phylums d'Annélides une tendance à l'oblitération du néphrostome, et cette spécialisation morphologique, qui se réalise d'après des modes divers, s'accompagne de modifications dans les processus de l'expulsion des exereta solides : d'abord rejetés par les néphridies chez les formes à larges entonnoirs néphridiens, ces produits, chez les formes à néphrostome étroit ou oblitéré, s'accumulent et se désagrègent dans des organes phagocytaires dont nous avons décrit quelques types.

Les observations que nous venons d'exposer ont été pour la plupart effectuées dans le laboratoire universitaire que dirige M. le Professeur F. Plateau ; c'est pour nous un devoir agréable à remplir que d'adresser ici nos remerciements à notre maître pour l'intérêt qu'il a témoigné à nos recherches, pour les conseils qu'il nous a donnés et les critiques qu'il nous a faites avec la bienveillance qui le caractérise.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Les dessins sont faits à la chambre claire, d'après des organes frais ou des objets fixés par la liqueur de Hermann, traités ensuite par le vinaigre de bois, débités en coupes suivant les méthodes ordinaires et colorés par la safranine.

PLANCHE I. — Lombric.

Fig. 1. — Cellule chloragogène obtenue par dissociation après traitement par l'acide osmique au $^{1}/_{400}$ et examinée dans la glycérine. × 450.

Fig. 2. — Grains chloragogènes. × 1450.

Fig. 3. — Grains chloragogènes après soustraction d'eau. × 1800.

Fig. 4. — Fragment d'une coupe horizontale de l'intestin. × 250.
Deux systèmes de cellules chloragogènes insérés par leurs bases (*b*) sur les anses (*v. h.*) du système hématique intestinal.

f. m. fibre musculaire longitudinale.

Fig. 5. — Fragment d'une coupe horizontale de l'intestin, montrant l'insertion des systèmes de cellules chloragogènes (*c. c.*) sur les vaisseaux annulaires (*v. h.*), ainsi que la disposition des faisceaux musculaires annulaires (*f. m. a.*) et longitudinaux (*f. m. l.*). × 500.

a. anastomose entre deux vaisseaux annulaires;
ep. i. épithélium intestinal.

Fig. 6. — Cellules chloragogènes sur une coupe oblique de l'intestin, pendant la période active d'excrétion : le dessin montre la formation de « boules » (*b*) et leur chute dans la cavité plasmatique (*b'*). × 500.

Fig. 7. — Une cellule urique entre des cellules péritonéales. La cellule urique a été entamée par le rasoir et des cristaux se sont échappés, laissant vide une portion de la vacuole (*v*) (voir page 16).

c. u. cristaux d'acide urique. × 950.

Fig. 8. — Cristaux d'acide urique isolés, colorés artificiellement par la safranine. × 1700.

FIG. 9. — Fragment d'une coupe de l'intestin ; dans un capillaire hématique, agglomérat multinucléé d'amibocytes (*a*).
c. p. cellule de la paroi du vaisseau. × 500.

FIG. 10. — Coupe transversale de l'intestin moyen, région du typhlosolis. × 600.
v. h. capillaire hématique ;
c. c. cellule ciliée de l'épithélium intestinal ;
c. f. cellule à ferment ;
c. j. « cellules jaunes », phagocytes d'origine hématique en diapédèse dans l'épithélium intestinal.

PLANCHE II. — Lombric.

FIG. 11. — Pavillon néphridien, vu de face, à l'état frais. × 350.
c. m. bourrelet marginal cilié ;
o. orifice en fente de la néphridie ;
a. p. amas phagocytaire dont certaines cellules présentent des pseudopodes ;
t. tube étroit, vu par transparence ;
p. cellules péritonéales.

FIG. 12. — Coupe transversale de l'entonnoir au niveau du noyau de la cellule centrale (*c. c.*). × 580.
c. m. cellule marginale ;
a. p. amas phagocytaire ;
p. recouvrement péritonéal.

FIG. 13. — Coupe sagittale d'un entonnoir pourvu d'un volumineux amas phagocytaire. × 275.
e. espace artificiel provenant du détachement partiel de l'amas phagocytaire.

FIG. 14. — Portion de la coupe précédente à un grossissement plus considérable (voir texte, page 29). × 950.
c. u. cristaux d'acide urique ;
g. p. amas pigmentaire ;
b. vésicule émanant d'une vacuole (*v*) contenant des cristaux d'acide urique ;
b'. deux vésicules analogues détachées et engagées dans le canal néphridien.

FIG. 15. — Coupe transversale du tube étroit immédiatement après son passage à travers le septum. × 500.
c. crêtes ciliées ;
d. coupe oblique du dissépiment.

Fig. 16. — Tube moyen de la néphridie, vivant, douze heures après une injection cœlomique de carminate d'ammoniaque (voir texte, page 31, *a*). × 200.

c. crêtes ciliées;
v. vacuoles renfermant du carminate d'ammoniaque.

Fig. 17. — Coupe transversale de l'ampoule. Formation et détachement de sphérules de sécrétion (*s*). × 300.

b. bordure ciliée;
p. recouvrement péritonéal.

Fig. 18. — Ampoule vue à l'état frais après une injection cœlomique de carminate d'ammoniaque. Absorption du liquide carminé par la zone centrale des cellules (voir texte, page 32, *d*) × 200.

PLANCHE III. — **Lombric, Nephelis.**

Fig. 19. — *Lombric*. Coupe transversale de la vessie après une injection cœlomique de bleu de Prusse. Entre les cellules péritonéales, un phagocyte (*g. p.*) multinucléé, contenant du bleu de Prusse. Un autre phagocyte (*g. p'*) dans l'épithélium vésical. × 400.

Fig. 20. — *Nephelis vulgaris*. Coupe axiale d'un organe cilié sur une section longitudinale du corps de l'animal, après une injection de bleu de Prusse pulvérisé (voir description, page 57). × 560.

a. cellule ciliée;
b. paroi conjonctive;
p. travées conjonctives reliant l'organe à la paroi de l'ampoule sauguine;
g. amibocytes sanguins;
n. coupe du canal néphridien ;
s. canal du système botroïdal;
m. musculature longitudinale générale du corps.

Fig. 21. — *Idem*. Une portion en secteur d'une coupe axiale d'une plasmodie, occupant la cavité d'un organe cilié, après une injection de bleu de Prusse pulvérisé (voir texte, page 59). × 560.

a. portion centrale de texture lâche;
b. amibocytes formant une enveloppe stratifiée.

Fig. 22. — *Idem*. Coupe longitudinale dans un capillaire du système botroïdal. × 1400.

a. cellule pariétale jeune;
b. cellule pariétale à grains chloragogènes.

Fig. 23. — *Idem*. Fragment d'une coupe axiale d'un autre capillaire, dont certaines cellules montrent des phénomènes d'excrétion. × 1400.

PLANCHE IV. — **Nephelis, Clepsine.**

Fig. 24. — *Nephelis vulgaris.* Section transversale de la couronne ciliée de l'entonnoir. × 450.

1. 2. 3. ... 7. les sept cellules ciliées de la couronne;
c. cellules non ciliées du recouvrement interne.

Fig. 25. — *Idem.* Cellules chloragogènes de la paroi d'une ampoule. × 1450.

b. boule de sécrétion;
a. amibocytes dans le plasma sanguin coloré en gris, véhiculant des boules provenant des cellules pariétales.

Fig. 26. — *Idem.* Coupe oblique d'un organe cilié. × 1200.

c. cellules ciliées de la couronne;
a. amibocytes sanguins semblables à ceux de la figure précédente;
p. plasmodie occupant la cavité de l'organe cilié.

Fig. 27. — *Clepsine tesselata.* Coupe axiale d'un entonnoir, perpendiculaire à la direction des deux lobes ciliés, après une injection de poudre de carmin. × 500.

Fig. 28. — *Clepsine complanata.* Coupe de la cavité annexe de l'entonnoir et de la cellule néphridienne qui s'y accole, au point où le contact est le plus étroit. × 420.

n. cellule néphridienne;
c. cavité annexe de l'entonnoir;
e. son enveloppe;
m. fibre musculaire.

Fig. 29. — *Clepsine complanata.* Coupe transversale du tube néphridien.

n. noyau principal;
n'. corps nucléaires détachés de celui-ci;
l. lacune sanguine cœlomique;
c. cellule pariétale.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

INTRODUCTION 3

Première partie. — Observations sur les phénomènes d'excrétion chez le Lombric.

Chapitre I. — Cellules chloragogènes 6
Id. II. — Cellules uriques 16
Id. III. — Excrétion par les phagocytes du système plasmatique 19
Id. IV. — Amibocytes du système hématique et cellules jaunes 21
Id. V. — Néphridies 25
Id. VI. — Analyse globale de Lombrics 34
RÉSUMÉ 42

Deuxième partie. — Quelques observations sur les phénomènes de l'excrétion chez Néréis 45

Troisième partie. — Observations sur l'excrétion chez quelques Hirudinées.

Chapitre I. — L'indépendance de l'entonnoir et du tube néphridien chez la Nephelis et la Clepsine 51
Id. II. — Observations sur l'excrétion chez Nephelis vulgaris 56
Id. III. — Observations sur les Clepsines 63

CONCLUSIONS GÉNÉRALES 67

EXPLICATION DES PLANCHES 69

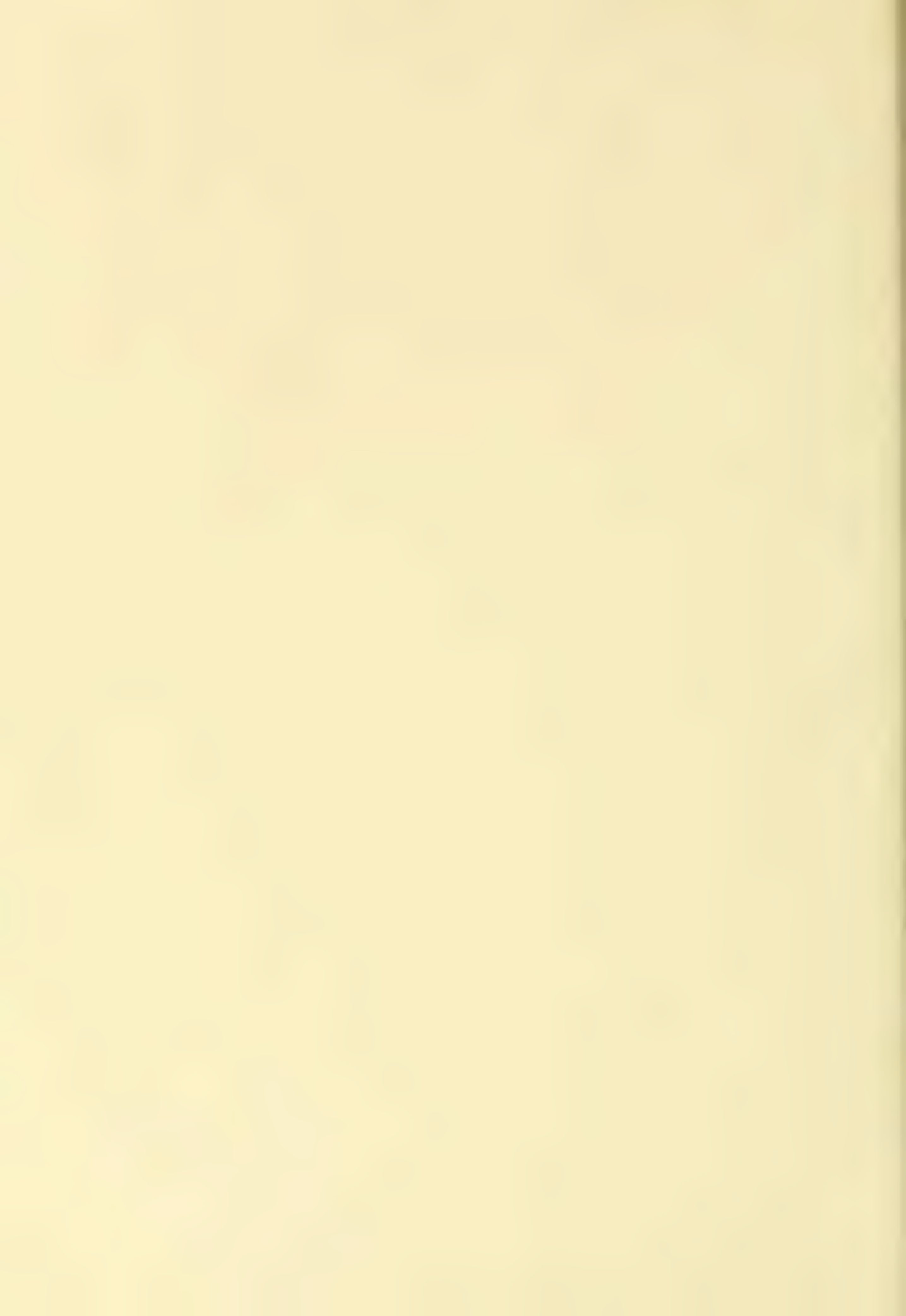




Lombric.



Lombric





Lombric, Nephelis.



Nephelis, Clepsine.





